THE ELEMENTS
OF
NATURAL PHILOSOPHY
In Bengali.

PART I.

BY

BHOODEB MOOKERJEA.

SECOND EDITION.

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান।

প্রথম ভাগ।

শ্রীভূদেব মুখোপাধ্যায় কর্তৃক
প্রণীত।

দ্বিতীয় বার মুদ্রিত।

কলিকাতা সুচারু যন্ত্র।

শ্রীলালচাঁদ বিশ্বাস এণ্ড কোং দ্বারা বাহির মৃজাপুর,
চাপাখোরা পাড়ায় ১৩ সঙ্খ্যক ভবন।

খ্রীষ্টাব্দ ১৮৫৯।

[মূল্য দশ আনা মাত্র।]

প্রথম বারের বিজ্ঞাপন।

ইউরোপীয় পণ্ডিতেরা বিজ্ঞান শাস্ত্রের যে কি পর্য্যন্ত উন্নতি করিয়াছেন, তাহা বাক্য দ্বারা প্রকাশ করা যায় না। তাঁহাদিগের নির্ম্মিত বাষ্পীয় যন্ত্র তাড়িত-বার্ত্তাবহ প্রভৃতি অতীব চমৎকারজনক ব্যাপার সমস্তই তাঁহাদিগের অপূর্ব্ব ক্ষমতার দেদীপ্যমান প্রমাণ হইয়া রহিয়াছে। এই পুস্তকের মুখবন্ধে বিজ্ঞান-শাস্ত্রের নানা প্রকার ভেদেরও উল্লেখ করা গিয়াছে। অতএব এই ক্ষুদ্র গ্রন্থে তাদৃশ বিস্তীর্ণ শাস্ত্রের যে অতি স্বল্পাংশ মাত্রেরই পরিচয় প্রদান করা হইয়াছে ইহা বলা বাহুল্য।

প্রথমে মানস ছিল যে, সমুদায় বাহ্য-বিজ্ঞানটী এক খণ্ডে মুদ্রিত করিয়া প্রচারিত করিব। কিন্তু ইংরাজী পদার্থ তত্ত্বের ভাব সকল নিতান্ত সংক্ষেপে প্রকাশ করিতে গেলে পুস্তক অত্যন্ত কঠিন হইয়া উঠে। বিশেষতঃ বিবিধ প্রকার চিত্রের দ্বারা সেই সকল তাৎপর্য্য প্রকাশ করিতে হয়। চিত্র প্রস্তুত করায় ব্যয় বাহুল্য হওয়াতে, সুতরাং পুস্তকের মূল্যও অধিক হইয়া গেল। এই সকল কারণে, জড়ের গুণ, গতির নিয়ম এবং ভার-মধ্য এই তিনটী প্রকরণ মাত্র একত্রিত করিয়া এই প্রথম খণ্ড প্রচারিত করিলাম। যন্ত্র-বিজ্ঞান এবং বাষ্পীয় যন্ত্র সম্বলিত দ্বিতীয় খণ্ড মুদ্রিত হইতে লাগিল।

এই গ্রন্থের টীকা পর্য্যন্ত সমুদায় ভাগ গুলি বিলক্ষণ রূপে বুঝিতে হইলে, শ্রীযুক্ত কৃষ্ণমোহন বন্দ্যোপাধ্যায় কর্ত্তৃক অনুবাদিত ইউক্লিডের ক্ষেত্র-তত্ত্ব এবং শ্রীযুক্ত প্রসন্নকুমার সর্ব্বাধিকারী প্রণীত পাটীগণিত সমুদায় উত্তম রূপে জানা আবশ্যক—

নচেৎ টীকা গুলি পরিত্যাগ করিয়া পাঠ করিতে হইবে। মূল গ্রন্থে কোথাও দুরূহ গণিতের সাহায্য গ্রহণ করা যায় নাই। অতএব বোধ হইতেছে, বাঙ্গালা বিদ্যালয়ের উচ্চ শ্রেণীর ছাত্রেরা এই পুস্তক অনায়াসে পাঠ করিতে পারিবেন, আর যাঁহারা ইংরাজী বিদ্যালয়ে প্রথম পদার্থ বিদ্যা শিক্ষা করিতে আরম্ভ করিয়াছেন, বোধ হয়, এই পুস্তক তাঁহাদিগেরও কতক উপকারে আসিতে পারে।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, এই পুস্তক মুদ্রিত হইবার সময়ে হুগলী নর্ম্মাল বিদ্যালয়ের সুযোগ্য অধ্যাপক শ্রীযুক্ত রামগতি ন্যায়রত্নের বিশিষ্ট সহায়তায় ইহার সংশোধন করা হইয়াছে।

এই পুস্তকের মূল্য এক টাকা স্থির করা গেল। কিন্তু কোন বিদ্যালয়ের ছাত্রেরা ইহা পাঠ করিবার নিমিত্ত লইলে প্রতি কাপি বার আনা মূল্যে পাইতে পারিবে।

দ্বিতীয় বারের বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের প্রথম খণ্ড অনেকানেক বিদ্যালয়ের পাঠ্য পুস্তক বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হওয়াতে স্বল্পকালের মধ্যেই প্রথম বারের মুদ্রিত সহস্র খণ্ড পুস্তক নিঃশেষিত হইয়া গিয়াছে। অতএব সংশোধিত করিয়া ইহা পুনর্মুদ্রিত করা গেল এবং প্রথম বারে ইহার মূল্য এক টাকা ছিল এবার দশ আনা মাত্র করা গেল।



প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান।



মুখবন্ধ।

পদার্থবিদ্যার স্বরূপ—ইহার অনুশীলনের রীতি—এবং সেই অনুশীলনের ফল।

পদার্থ-তত্ত্ব বা পদার্থ-বিদ্যা এই শব্দটি অনেকের শ্রুতিগোচর হইয়া থাকিবে। কিন্তু উহা বলিলে কিরূপ অর্থের প্রতীতি হয়, অনুমান করি, তাহা সম্পূর্ণরূপে সকলের হৃদ্গত হয় নাই। অতএব সর্ব্ব-প্রথমে পদার্থ বিদ্যার স্বরূপ বর্ণনে প্রবৃত্ত হইতেছি।

পদার্থ-বিদ্যা একটি সুমহান্ কল্পবৃক্ষ স্বরূপ। ইহার শাখা প্রশাখা সমুদায় জগদ্ব্যাপক। ইহার কোন২ শাখা এমত অবনত হইয়া আছে, যে আমাদিগের পাদস্পৃষ্ট তৃণ লোষ্ট্রাদি মধ্যেও তাহার প্রসূনচয় প্রস্ফুটিত হইয়া থাকে—অভি-

নিবেশপূর্ব্বক নিরীক্ষণ করিলেই দেখিতে পাওয়া যায়। আবার ইহার অপরাপর শাখা এমত তুঙ্গ ও প্রশস্ত যে অননুমেয় দূরবর্ত্তী নক্ষত্ররাশিও তাহাদিগের অপরিস্ফুট পুষ্পকলিকা স্তবকরূপে প্রতীয়মান হয়। যখন আমরা উদ্ভিজ্জ-তত্ত্ব বা ভূতত্ত্ব নিরূপণে মনোযোগী হই, তখন আমাদিগের মন এই কল্পবৃক্ষের অধোগত শাখা কতিপয়কে অবলম্বন করিয়া ধরাপৃষ্ঠ স্পর্শ করে, অথবা তদ্গর্ভ মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। যখন জ্যোতির্ব্বিদেরা গ্রহকক্ষার পরিমাণ ধূমকেতুদিগের পথ নিরূপণ এবং নক্ষত্রদিগের দূরত্ব অনুসন্ধান করেন, তখন তাঁহারাও এই বৃক্ষের শাখা বিশেষকে অবলম্বন করিয়া তাদৃশ দূর গমনে সমর্থ হন। অতএব এই কল্পবৃক্ষের পরিমাণ নিশ্চয় করা সর্ব্বতোভাবে সকলেরই অসাধ্য।

কিন্তু যদিও পদার্থ-বিদ্যার কোন শাখা বিশেষে সম্যগ্‌ব্যুৎপত্তি লাভ করা এমত অসাধ্য ব্যাপার হয়, তথাপি সাক্ষাৎ পরিদৃশ্যমান যে ঈশ্বর-সৃষ্ট পদার্থ সকল তাহাদিগের কিঞ্চিৎ

কিঞ্চিৎ জানিতে অন্য কোন বিষয়ের অধিক জ্ঞান আবশ্যক করে না। প্রত্যুত তাহাই অন্য সকল জ্ঞানের মূল হয়। যাহা কিছু দেখা যায় তাহারই কারণ অনুসন্ধান করিতে হয়— -এইটী এমন কেন, ঐটি কি জন্য ঐরূপ হইল? পরিদৃশ্যমান সকল বিষয়ে উন্মীলিত চক্ষে এবম্বিধ বিচার করিতে আরম্ভ করিলেই তত্ত্বজিজ্ঞাসু হওয়া যায় এবং প্রকৃত প্রস্তাবে জিজ্ঞাসা করিলে অবশ্যই এক প্রকার প্রত্যুত্তর প্রাপ্তি হয়। অতএব গোটাকতক বহি বাঁধা কথা লইয়া আন্দোলন করিলেই পদার্থতত্ত্ব জিজ্ঞাসু হওয়া হয় না। যথার্থ জিজ্ঞাসুর ভাব স্বতন্ত্র প্রকার। তিনি এই জগতের কোন ব্যাপারই সামান্য বোধ করিয়া অবজ্ঞা করেন না। "সকল কার্য্যেরই কারণ আছে," এই সংস্কার তাঁহার মনে প্রগাঢ়রূপে বদ্ধ থাকে। তিনি জানেন অতি সামান্য ব্যাপারও যে কারণ হইতে উদ্ভূত হইয়াছে, অতি আশ্চর্য্য অননুভূত-পূর্ব্ব ব্যাপার সকলও সেই কারণ হইতে উৎপন্ন হইতে পারে। তাঁহার তাবৎ কর্ম্মেরই গূঢ়তাৎপর্য্য থাকে।

যখন জগদ্বিখ্যাত নিউটন আপনার উদ্যান-স্থিত বৃক্ষ হইতে একটি ফল নিপতিত হইতেছে দেখিয়া মনেং জিজ্ঞাসা করিলেন এই ফল কি জন্য ভূমিতলে পতিত হইল ?—নিউটন তখন পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইয়াছিলেন। মহামহোপাধ্যায় গালিলিও যখন গির্জা ঘরে বসিয়া একটা দোদুল্যমান ঝাড়ের প্রতি এক দৃষ্টে নিরীক্ষণ করত ভাবিতে ছিলেন, এই ঝাড়টা প্রথমতঃ অনেক দূর ব্যাপিয়া আন্দোলিত হইতে ছিল, এইক্ষণে ইহার আন্দোলন ক্রমশঃ অল্প স্থান লইয়া হইতেছে, কিন্তু স্থানের ন্যূনাতিরেক হইলেও সকল আন্দোলনেই সময় প্রায় সমান লাগিতেছে ইহার কারণ কি? গালিলিওর এই মানস-প্রশ্ন যথার্থ পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসুর প্রশ্ন। যখন সুবিজ্ঞ আর্কিমিডিস্ স্নান করিতে গিয়া জল পরিপূর্ণ টবে নিমগ্ন হইবামাত্র আপনাকে লঘুভার বুঝিয়া মনেং জিজ্ঞাসা করিলেন জলে পড়িলে সকল দ্রব্যই কিয়ৎ পরিমাণে লঘুভার হয় ইহার কারণ কি?—সেই সময়ে তিনি পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু

হইয়াছিলেন। একদা কোন পঞ্চম বর্ষীয় শিশুর হস্ত হইতে একটি পয়সা স্খলিত হইয়া গড়াইয়া যাইতেছিল। ঐ শিশু সমীপবর্ত্তী স্বীয় জনককে জিজ্ঞাসা করিল পিতঃ! পয়সাত চেতন পদার্থ নয় তবে গড়িয়া যায় কেন? ঐ শিশুও সেই সময়ে পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু বলিয়া পরিচিত হইবার যোগ্য।

তবে কি এই সর্ব্ব শেষোক্ত শিশুর এবং পূর্ব্বোক্ত কতিপয় মহামহোপাধ্যায়ের মধ্যে কোন প্রভেদ নাই? উহাঁদিগের সকলেরই কি মনের ভাব এক প্রকার ছিল?—কদাপি নহে; উহাঁদের মানসিক ভাবের পরস্পর ভেদ আছে। কিন্তু সেই ভেদের কারণ অধিক নয়। কেবল একমাত্র কারণের নিমিত্ত উহাদিগের পরস্পর তারতম্য এত অধিক হইয়াছে। সেই কারণের নাম অভ্যাস। যাঁহারা দার্শনিক তাঁহারা সর্ব্বদাই আপনাদিগের মনেং ঐ রূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা অভ্যাস করিয়াছেন। শিশু কেবল একবার মাত্র তাদৃশ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করিয়াছিল। নিউটন, গালিলিও, আর্কিমিডিস্ প্রভৃতি মহো-

দয়েরা সর্ব্বদাই ঐ সকল ব্যাপারের অনুধাবন করিতেন। অতএব যখন তাঁহারা উক্ত মানসিক প্রশ্ন সকল জিজ্ঞাসা করিলেন, তখন উহার সদুত্তর পাইলেন। সুতরাং পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইতে হইলে সর্ব্বদা ঐরূপ অভ্যাস আবশ্যক করে। যাহা২ দেখা যায় তাহারই কারণ অনুসন্ধান করিতে হয়। যাহা২ শুনা যায় পরীক্ষা দ্বারা তাহাই সপ্রমাণ করিয়া লইতে হয়।

বস্তুতঃ পদার্থ-তত্ত্বানুশীলনের এই এক সুমহৎ গুণ যে, এই শাস্ত্রের সকল নিয়মই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যায়। ইহার প্রমাণ প্রয়োগ সমস্ত প্রত্যক্ষ-মূলক। প্রত্যক্ষ প্রমাণ অন্য সর্ব্ব প্রমাণ অপেক্ষা উৎকৃষ্ট—ইহাতে সন্দেহ স্থল অতি অল্প থাকে। অতএব পদার্থ-বিদ্যাধ্যয়নের এক প্রধান ফল এই যে, ইহার আলোচনা করিতে২ বুদ্ধি-শক্তির সমধিক প্রাখর্য্য জন্মে। যাঁহারা ইহার অনুশীলন করেন তাঁহারা কখনই কোন অপ্রামাণিক কল্পিত কথাকে প্রামাণিক বা প্রাকৃতিক বোধ করেন না।

তাঁহাদিগের অনেক কুসংস্কার নিরাকৃত হইয়া যায়। যেমন বিভীষিকা-জনক রাত্রিচর সকল প্রাতরুদিত অর্কমণ্ডলের জ্যোতিঃ দর্শন মাত্র দিগ্দিগন্তরে পলায়ন করে এবং সমুদায় জীব জন্তু হর্ষোৎফুল্ল অন্তঃকরণে স্ব২ কার্য্যে ব্যাপৃত হয়, তেমনি পদার্থ-তত্ত্ব-জনিত স্বরূপ জ্ঞানালোক মনো মধ্যে প্রবিষ্ট হইবা মাত্র ভ্রম প্রমাদ সমস্ত একবারে অন্তর্হিত হয়, এবং মনুষ্যের বুদ্ধি-বৃত্তিগণ স্ব২ নিয়োজিত কার্য্য সাধনে তৎপর হইয়া সাতিশয় আনন্দানুভব করাইতে আরম্ভ করে।

অপিচ, পদার্থ বিদ্যা শিক্ষা দ্বারা যেমন বুদ্ধিবৃত্তি সমস্তের স্ফূর্ত্তি হয়, তেমনি মনের ঔদার্য্যও জন্মে। যাহা এই বিদ্যার বিষয়ীভূত তাহা অতি বিস্তীর্ণ এবং প্রশস্ত। সেই সকলের অনুক্ষণ অনুধাবন দ্বারা মনুষ্যের মনও তাদৃশ প্রশস্ত হইবে, আশ্চর্য্য কি? যে ব্যক্তি পদার্থ-তত্ত্বগত অবিচলিত নিয়ম সমস্তের কার্য্য দর্শন করিয়া থাকেন, তিনি কি ভয় লোভাদি

সামান্য কারণ বশতঃ কদাপি ধর্ম্ম পথের বহি-ভূর্ত হইতে পারেন ?।

পদার্থ-বিদ্যানুশীলন দ্বারা যেমন ধী শক্তির স্ফূর্ত্তি এবং মনের প্রাশস্ত্য জন্মে, তেমনি ইহা কর্ত্তৃক অন্তঃকরণের কোমলতা, সাধুতা এবং নির্ম্মলতাও সম্পাদিত হয়। যিনি যেমন দেখেন তিনি সেই রূপ হন। এই পরিদৃশ্যমান প্রকৃতি কার্য্যে অন্যায্য ব্যাপার কিছুই নাই। ইহা সমুদায় একান্ত শান্ত, সুন্দর এবং কমনীয়। অতএব যিনি সর্ব্বদা ইহার সহিত পরিচয় করেন তাঁহার চিত্তও ইহার গুণ সকলকে আকর্ষণ করিয়া অবশ্যই শান্ত সুধীর এবং বিশুদ্ধ হয়।

অপিচ, পদার্থ-বিদ্যা সমস্ত অভ্যাস দ্বারা জগতের নিয়ম সকল অবগত হওয়া যায়। নিয়ম কি ? এই প্রশ্নের উত্তর করিবার চেষ্টা করিলেই বোধ হইবে যে যাহাকে নিয়ম বলি-তেছি তাহাকে বিশ্ব-নিয়ন্তা পরমেশ্বরের ইচ্ছা বিশেষ বলিলেও বলা যায়। অতএব যে শাস্ত্র অধ্যয়ন দ্বারা জগদীশ্বরের ইচ্ছা জানিতে পারা যায় তাহা কি ধর্ম্ম শাস্ত্র হইতে অভিন্ন নহে ?।

[বিষয় ভেদ দ্বারা পদার্থ-বিদ্যার বিভাগ—জড় পদার্থ কি?—তাহা কয় প্রকার? প্রাকৃতিক-কার্য্য কি?—তাহা কয় প্রকার?। তত্তদ্বিষয়ক শাস্ত্র কি কি?।]

কোন প্রশস্ত বা অপ্রশস্ত স্থলে বহির্গত হইয়া একবার চতুর্দ্দিকে নিরীক্ষণ করিলেই কত সংখ্যাতীত পদার্থের প্রত্যক্ষ হয়। কিন্তু তন্মধ্যে কে সর্ব্বাগ্রে মনোযোগার্হ কিছুই নিশ্চয় করিতে পারা যায় না। যেমন অপরিজ্ঞাত এবং বিশৃঙ্খলরূপে বদ্ধ কোন পুস্তক হস্তে পড়িলে তাহা খুলিয়া তাহার কোথায় আদি কোথায় অন্ত কিছুই নিশ্চয় করিতে না পারিয়া মৌনভাবে এবং ম্লান মুখে সেই পুস্তক রাখিয়া দিতে হয়, পরিদৃশ্যমান এই প্রকৃতি পুস্তকের প্রতি হঠাৎ অবলোকন করিলেও ঠিক্ সেইরূপ ঘটে। অতএব যদি এই পুস্তকের অধ্যায়, কল্প, কাণ্ড ইত্যাদি বিভাগ থাকে তাহা প্রকাশ করিতে পারিলে ইহা পাঠকরণে কিঞ্চিৎ সাহাস জন্মে, নচেৎ এতাবৎ প্রকাণ্ড বিষয় একেবারে হৃদ্গত করা একান্ত অসম্ভব প্রত্যুত সম্পূর্ণ

হতাশ হইতে হয় । কিন্তু এই জগৎরূপ গ্রন্থ মনুষ্যকৃত কোন গ্রন্থ অপেক্ষা বিশৃঙ্খল হইবে এমত সম্ভব নয়। ইহার প্রাকৃতিক বিভাগ অবশ্যই থাকিবে; অতএব সেই বিভাগ কি তাহা জানিতে চেষ্টা করা উচিত।

ঐ বিভাগ এই রূপে করা যাইতে পারে। অন্য সকল ইন্দ্রিয়ের অপেক্ষা স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা অতি স্পষ্ট জ্ঞান জন্মে। চাক্ষুষ প্রত্যক্ষেও যখন্ ভ্রম হয়, তখন্ আমরা স্পর্শ দ্বারা সেই ভ্রম সংশোধন করিয়া লই। বিশেষতঃ যাহাকে স্পর্শ করিতে পারি তাহা যেমন সসার এবং অনলীক বোধ হয় অন্য কোন ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য বস্তুকে তাদৃশ সসার বা অনলীক বোধ হয় না। দেখ, কোন শিশুর সমক্ষে এক খানি দর্পণ রাখিলে শিশু মুকুরে আপন শরীরের প্রতিবিম্ব দেখিয়াই নিবৃত্ত হয় না, শীঘ্র উহার পশ্চাৎদিকে হস্তার্পণ করিয়া ঐ প্রতি-কৃতির স্পর্শানুভব করিতে চেষ্টা করে। অতএব যে সকল পদার্থ কেবল দর্শন-গ্রাহ্য না হইয়া স্পর্শেন্দ্রিয়েরও গ্রাহ্য হয় তাহাদিগের একটি স্বতন্ত্র নাম কল্পনা

করা মনুষ্যের স্বভাবসিদ্ধ বোধ হইতেছে। ফলতঃ এই সকলেরই নাম জড় পদার্থ। যদি বল, বায়ুকে স্পর্শমাত্র করিতে পারি, উহাকে দেখিতে পাই না, এবং জ্যোতিষ্ক সমস্তকে কেবল দেখিতে পাই, স্পর্শ করিতে পারি না, তবে বায়ু এবং জ্যোতিষ্কাদি কি জড় পদার্থ নয়? তাহার উত্তর এই যে, উহারা উভয়েন্দ্রিয়ের গোচর-যোগ্য এমত প্রমাণ হয় বলিয়াই উহারা জড় পদার্থ মধ্যে গণনীয় হইয়াছে।

যাহা স্পর্শেন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য নহে, অপর কোন ইন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য অথবা কেবল স্পর্শেন্দ্রিয় মাত্রের গ্রাহ্য, তাহাকে জড় পদার্থ না বলিয়া প্রাকৃতিক-কার্য্য বলা যায়। আলোক, শব্দ, তাপ, ইহাদিগের মধ্যে কেহ কেবল দর্শনের, কেহ কেবল শ্রবণের, কেহবা কেবল ত্বগিন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য, অতএব উহারা জড় পদার্থ নয়—প্রাকৃতিক-কার্য্য।

এই প্রকারে বিষয় ভেদ করিয়া পদার্থ-বিদ্যাকে দুই ভাগে বিভাগ করা যায়। ইহার যে ভাগে জড় পদার্থ সমস্তের প্রকৃতি নির্ণীত

হয় তাহার নাম প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত, আর যে অংশ পাঠ করিলে প্রাকৃতিক-কার্য্য বিষয়ে বোধ জন্মে, তাহাকে প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান কহে।

পুনশ্চ, বিবেচনা করিতে হইবে যে জড় পদার্থের মধ্যে কোন প্রকারভেদ আছে কি না। যদি থাকে, তবে প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও অনেক অংশে বিভক্ত হইবে। মৃত্তিকা বা অন্য কোন অকৃত্রিম জড় পদার্থ লইয়া বিবেচনা কর। দেখ, এই মৃত্তিকা যে প্রকার এবম্প্রকার সকল মৃত্তিকার গুণই ইহাতে আছে। এই অর্দ্ধ তোলা পরিমিত গৈরিকের যে গুণ গৈরিকময় পর্ব্বতেরও সেই সমুদায় গুণ আছে। এই উপল খণ্ডের যে প্রকৃতি এতাদৃশ অতি বৃহৎ শিলা রাশিরও সেই প্রকৃতি। যে ব্যক্তি এক বিন্দু পরিমিত এই সকল দ্রব্যের গুণ পরীক্ষা করিয়াছে, সে ইহার পর্ব্বত পরিমাণ রাশিরও সমুদায় গুণ জানিয়াছে। ইহাদিগের সমুদায় শরীর সম-প্রকৃতিক।

কোন বৃক্ষের একটি পত্র লইয়া তাহার আকার প্রকার সমুদায় পরীক্ষা করিয়া ঐটি যে

বৃক্ষের পত্র সেই বৃক্ষের মূল কেমন, তাহার কাণ্ড কেমন, তাহার পুষ্প কি প্রকার, তাহার ফল কীদৃশ ইত্যাদি কোন প্রশ্নের উত্তর করিতে পারা যায় না। অতএব পূর্ব্বোক্ত মৃত্তিকা, প্রস্তর গৈরিকাদি হইতে ইহাদিগের এই প্রভেদ প্রমাণ হইতেছে যে, উহারা যেমন সম-প্রকৃতিক, পত্র পুষ্পাদি তদ্রূপ নহে—অর্থাৎ উদ্ভিজ্জদিগের যেমন নানা অঙ্গ প্রত্যঙ্গ আছে, পূর্ব্বোক্ত পার্থিব জড় সমস্তের তাদৃশ কিছুই নাই।

অপিচ, দেখ পশু পক্ষ্যাদি প্রাণী সর্ব্বদা এক স্থানে স্থির হইয়া থাকে না, শীঘ্র২ স্থান পরিবর্ত্তন করে। যদি তাহাদিগকে ধরিতে যাই তাহারা ভীত হইয়া পলায়ন করে। কিন্তু কোন বৃক্ষের পুষ্প চয়ন করিয়া আনিতে গেলে উহা কদাপি পলায়নের চেষ্টা করে না। বস্তুতঃ অঙ্গ প্রত্যঙ্গ সত্ত্বেও উহা সর্ব্বতোভাবে চলৎ-শক্তি বিহীন।

অতএব, অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত প্রস্তর গৈরিকাদি, অঙ্গ প্রত্যঙ্গ বিশিষ্ট কিন্তু গতি-শক্তি-বর্জ্জিত বৃক্ষাদি এবং অঙ্গ প্রত্যঙ্গ ও গতি-শক্তি-সম্পন্ন

পশু পক্ষ্যাদি এই ত্রিবিধ দ্রব্য আমাদিগের দর্শন এবং ত্বক্ উভয়েন্দ্রিয়ের গোচর হইতেছে—সুতরাং জড় পদার্থ তিন প্রকার হইল।

প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও এইরূপ বিষয় ভেদানুসারে তিন ভাগে বিভক্ত হইয়াছে। ইহার যে ভাগে অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত এক-প্রকৃতিক জড় সমস্তের বিবরণ থাকে তাহার নাম খনিজ-বিদ্যা। ধাতু—স্বর্ণ, লৌহ, রজতাদি;—প্রস্তর—মাণিক্যাদি;—পার্থিব—মৃত্তিকা খড়ি গৈরিকাদি;—এই সমস্ত দ্রব্য খনিজ-বিদ্যার বিষয়ীভুত। উদ্ভিজ্জ সমস্তের বর্ণন ও বিবরণ যে শাস্ত্রে থাকে তাহার নাম উদ্ভিজ্জ-বিদ্যা; এবং স্বেচ্ছা-গতি-সম্পন্ন সচেতন জড় সমস্তের বিবরণ যে শাস্ত্র দ্বারা অবগত হওয়া যায়, তাহার নাম প্রাণি-বিদ্যা।

যেমন প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত ত্রিধা হইল, সেই রূপ বিষয় ভেদ বশতঃ প্রাকৃতিক-বিজ্ঞানও ত্রিবিধ হইয়াছে। কোন২ প্রাকৃতিক-কার্য্য এমত যে, যাহা হইতে উহারা উৎপন্ন হয়, ঐ উৎপত্তি-নিবন্ধন সেই সকল বস্তুর প্রকৃতির অন্যথা

ভাব হয় না। স্বচ্ছ পদার্থ ভেদ করিয়া আলোকের গমন, হস্ত স্খলিত দ্রব্যাদির ভূমিতলে পতন, বস্তুদ্বয়ের পরস্পর অভিঘাত দ্বারা শব্দের উৎপত্তি ইহারা এই রূপ কার্য্য। এতাদৃশ কার্য্য সমস্ত প্রকৃতির আন্তরিক কোন ভাবের পরিবর্ত্ত করিয়া ঘটে না, এই নিমিত্ত ইহাদিগকে বাহ্য-কার্য্য কহে। এই হেতু যে শাস্ত্র দ্বারা ইহাদিগের প্রকৃতি নির্দ্দিষ্ট হয়, তাহার নাম বাহ্য-বিজ্ঞান।

আর কতক গুলি কার্য্য এরূপ যে, তাহাদের উৎপত্তি-নিবন্ধন প্রকৃতির পরিবর্ত্তন হয়। যথা পারদ এবং গন্ধক এই ধাতু দ্বয়ের মিশ্রণে হিঙ্গুল বা কজ্জলী উৎপন্ন হয়—অগ্নি সহকারে কাষ্ঠাদি দাহ্য পদার্থ সকল আলোক এবং তাপ নিঃসারিত করিয়া ভস্মমাত্রাবশেষ হইয়া যায়—এবং বায়ু বিশেষ* যোগে লৌহ ঈষৎ রক্তবর্ণ হইয়া চূর্ণনীয় হয়, অর্থাৎ লৌহে

* 'অম্লকর বায়ু'—ইংরাজী অক্সিজেন।

মড়িচা পড়ে। এতাদৃশ কার্য্য দ্বারা দ্রব্য সমস্ত রসান্তর বা গুণান্তর প্রাপ্ত হয়, এই জন্য এমত সকল কার্য্যকে রাসায়নিক কার্য্য কহে। যে বিজ্ঞান-কাণ্ড দ্বারা এমত কার্য্য সকলের প্রকৃতি অবধারিত হয়, তাহার নাম রাসায়নিক বিজ্ঞান।

সজীব পদার্থ সমস্তের শরীরে যে সকল রাসায়নিক কার্য্য লক্ষিত হয় তাহাদিগের নাম শারীর-কার্য্য। যথা মূল দ্বারা রস গ্রহণ করিয়া উদ্ভিজ্জ-গণ বর্দ্ধিত হয়—আহার গ্রহণ দ্বারা প্রাণি সমস্ত পরিপুষ্ট হয়—নিশ্বাস গৃহীত বায়ুর কিয়দংশ* আমাদিগের শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া তাহাকে লোহিত বর্ণ করে—ইত্যাদি শরীর-গত কার্য্য যে বিজ্ঞান শাস্ত্রের উদ্দেশ্য, তাহার নাম শারীর-শাস্ত্র। সেই শাস্ত্র দুই প্রকার, উদ্ভিজ্জ-শারীর এবং প্রাণি-শারীর।

পদার্থ বিদ্যা এই যে ষড়ংশে বিভক্ত হইল, তাহা উত্তম রূপে স্মৃতি গোচর করাইবার

---

* অম্লকর বায়ু।

অভিপ্রায়ে নিম্ন ভাগে একটি আদর্শ প্রদর্শন করা যাইতেছে।

পদার্থ বিদ্যা।

প্রাকৃতিক ইতিবৃত্ত।	প্রাকৃতিক বিজ্ঞান।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিরহিত সম-প্রকৃতিক-জড়-পদার্থ-বিদ্যা, অথবা খনিজ-বিদ্যা।	বস্তুর-প্রকৃতির-বিকার-না-জন্মায়-এমত-প্রাকৃতিক-কার্য্য বিজ্ঞান, অথবা বাহ্য-বিজ্ঞান।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট কিন্তু স্বেচ্ছা-গতি-শক্তি-বর্জ্জিত-জড়-পদার্থ-বিদ্যা, অথবা উদ্ভিজ্জ-বিদ্যা।	বস্তুর-প্রকৃতির-বিকার-জন্মায়-এমত-প্রাকৃতিক-কার্য্য-বিজ্ঞান, অথবা রাসায়নিক বিজ্ঞান।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট এবং স্বেচ্ছা-গতি-শক্তি-সম্পন্ন-জড়-পদার্থ-বিদ্যা, অথবা প্রাণি-বিদ্যা।	সচেতন-জড়-পদার্থের-শরীরগত-কার্য্য-বিজ্ঞান, অথবা শারীর-বিজ্ঞান (তাহা দ্বিবিধ) ১। উদ্ভিজ্জ-শারীর। ২। প্রাণি-শারীর।

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান।

প্রথম অধ্যায়।

।ইন্দ্রিয় দ্বারা কি জানা যায়?—জড় পদার্থ আছে কি প্রকারে বোধ হয়?—জড়ের স্বতঃসিদ্ধ গুণ কি কি? পরীক্ষা-সিদ্ধ গুণ কি কি?—অনুমান-সিদ্ধ গুণ কি কি?।

আমরা ইন্দ্রিয় দ্বারা দ্রব্যের গুণ জানিতে পারি। চক্ষু দ্বারা কাহার কিরূপ, স্পর্শ দ্বারা কে বন্ধুর কে মসৃণ এবং কেবা শীতল কেবা উষ্ণ, ইহা সমুদায় অবগত হওয়া যায়। সেই রূপ শ্রবণ দ্বারা কাহা হইতে কেমন শব্দ হয় এবং ঘ্রাণেন্দ্রিয় দ্বারা কোন দ্রব্যের কেমন ঘ্রাণ ও রসনা দ্বারা কাহার কেমন স্বাদ ইত্যাদি জ্ঞান জন্মে। ইন্দ্রিয় দ্বারা এই মাত্র জানা যায়—ইহার অতিরিক্ত কিছুই জানা যায় না।

কিন্তু যে ইন্দ্রিয় দ্বারা হউক না কেন, যখন আমরা কোন গুণের প্রত্যক্ষ করি সেই সময়েই ঐ গুণের আধার যে কিছু অবশ্যই আছে এমত প্রতীতি জন্মে। কি জন্য যে ঐ প্রকার প্রতীতি জন্মে তাহা বলিতে, এবং ঐ প্রতীতি যে অবশ্যই সত্য হইবে ইহাও বিচার দ্বারা

সপ্রমাণ করিতে পারা যায় না। কিন্তু বিচার দ্বারা সিদ্ধ না হউক ইন্দ্রিয় দ্বারা যাহা জানা যায় সেই গুলি কেবল গুণ মাত্র এবং ঐ সকল গুণের অবশ্যই কোন আশ্রয় আছে, এতাদৃশ বোধ আমাদিগের প্রকৃতি-সিদ্ধ-সংস্কার-মূলক বলিতে হইবে। সুতরাং সহস্র যুক্তি মিথ্যা হইতে পারে, কিন্তু এই প্রতীতির যে কদাপি অন্যথা হইবে এমত বিশ্বাস হয় না।

ফলতঃ আমরা ঐ অনির্ব্বচনীয় নৈসর্গিক সংস্কার বশতঃ যে যে আধারে ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য গুণ সমস্ত আছে বোধ করিয়া থাকি, সেই আধারেরই নাম জড়। অতএব এমত বলা যাইতে পারে যে জড় স্বয়ং কোন ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য নয়, ইহার গুণ সমস্তই ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য।

জড় পদার্থের ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য-গুণ তিন প্রকার। তাহার মধ্যে প্রথম প্রকারের অন্তর্গত যে দুইটী গুণ আছে তাহা অতি সহজেই বুঝিতে পারা যায়। এমন কি, সেই দুইটী গুণ নাই, অথচ কোন জড় পদার্থ আছে ইহা মনেও ভাবনা করিতে পারা যায় না। এই হেতু ঐ দুই গুণকে জড়ের স্বতঃসিদ্ধ গুণ বলা গিয়া থাকে। তাহার একটীর নাম বিস্তৃতি বা আকৃতি। সকল জড় পদার্থেরই বিস্তার অর্থাৎ দৈর্ঘ্য প্রস্তরতা এবং বেধ থাকে। কেবল দীর্ঘ অথবা দীর্ঘ এবং প্রস্থ মাত্র, কিঞ্চিম্মাত্রও বেধ-বিশিষ্ট নয় এমত জড় পদার্থ কিছুই নাই, এবং এমন যে কোন জড় থাকিতে পারে তাহা অনুভব করাও

যায় না। জড়ের স্বতঃসিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম স্থানাবরোধকতা। এই গুণ থাকা প্রযুক্ত জড় পদার্থ যে স্থানে থাকে সেই স্থান সমুদায় রুদ্ধ করিয়া রাখে। সুতরাং দুইটী জড় পদার্থ কোন রূপেই এক সময়ে এক স্থানে অবস্থিতি করিতে পারে না। ভাবিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, কদাপি জড়ের এই গুণের অন্যথা ভাব হওয়া সম্ভব নহে।

জড়ের দ্বিতীয় প্রকার যে সকল গুণ তাহা এমত সহজে বোধগম্য হয় না। যদি আমাদিগের কেবল জ্ঞানেন্দ্রিয় মাত্র থাকিত এবং আমরা সচেষ্ট হইয়া জড় পদার্থের প্রতি স্বং দৈহিক বল প্রয়োগ করিতে না পারিতাম, তাহা হইলে কদাপি এই সকল গুণ অবধারিত হইত না। যেমন চক্ষু না থাকিলে কোন দ্রব্যের কেমন বর্ণ কিছুই বুঝা যায় না, তেমনি সমুদায় ইন্দ্রিয় সত্ত্বেও যদি আমাদিগের দৈহিক বল না থাকিত (অথবা আমরা কার্য্য বিশেষে দৈহিক বলের প্রয়োগ করিতেছি এমত বুঝিতে না পারিতাম) তবে, কোন প্রকারেই এই গুণ গুলির পরীক্ষা হইতে পারিত না। এই হেতু এই সকল গুণকে জড়ের* পরীক্ষা-সিদ্ধ-গুণ বলা যায়।

তাহার মধ্যে প্রথম গুণের নাম নিশ্চেষ্টতা। জড় পদার্থ স্থানাবরোধক—অর্থাৎ উহা* যে স্থানে থাকে সেই স্থান রুদ্ধ করিয়া রাখে। কিন্তু আমরা বল দ্বারা

উহাকে পূর্ব্বস্থানচ্যুত করিয়া স্থানান্তরিত করিতে পারি। তাহা করিলেই উহার গতি হয়। অর্থাৎ জড়কে নাড়িলে নড়ে। সকল জড় পদার্থেরই যে এই গুণ আছে ইহাতে আমাদিগের এমত দৃঢ় প্রতীতি হইয়াছে যে, যদিও কদাচিৎ দেখিতে পাই যে, বল প্রয়োগ করিয়া আমরা কোন জড়ের গতি জন্মাইতে পারিলাম না, তথাপি বিবেচনা করি যে কোন শক্ত্যন্তর ঐ স্থলে আমাদিগের প্রতিকূল হইয়াছে, নচেৎ অবশ্যই গতি জন্মিত।

যেমন আমরা বল দ্বারা জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করিতে পারি তেমনি উহার গতি আরম্ভ হইলে আবার প্রতিকূল বল দ্বারা সেই গতির নিবারণ করিতেও পারি। এই হেতু এমত সংস্কার হইয়া গিয়াছে যে, জড়ের গতি উৎপাদন করিতে বলের যেমন আবশ্যকতা উহার গতি নিবারণার্থেও বলের সেই রূপ প্রয়োজন আছে। অর্থাৎ জড় পদার্থ মাত্রই নাড়িলে নড়ে এবং থামাইলে থামে। কিন্তু তাহারা আপনা হইতে, অর্থাৎ অপরের বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে সচল বা স্থির হইতে পারে না।

জড় পদার্থ মাত্রেরই নির্দ্দিষ্ট-পরিমাণে বিস্তৃতি আছে। কিন্তু আমরা নানা প্রকারে বল প্রয়োগ করিয়া কখন তাহার আয়তন হ্রস্ব ও কখন বা বর্দ্ধিত করিতে পারি। জড়ের যে গুণ থাকাতে উহার প্রতি কোন প্রকার বল প্রয়োগ করিলে জড় স্বল্পায়তন হইয়া

যায়, সেই গুণের নাম সঙ্কোচ্যতা, আর যে গুণ থাকাতে বল প্রয়োগ দ্বারা উহার আয়তন পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক বিস্তৃত হয়, সেই গুণের নাম বিস্তার্য্যতা।

কোথাও২ জড় পদার্থকে বল দ্বারা সঙ্কুচিত করিয়া ছাড়িয়াদিলে উহা পুনর্ব্বার আপনার পূর্ব্বায়তন প্রাপ্ত হয়। যে গুণের দ্বারা এই রূপ হয়, তাহার নাম স্থিতি-স্থাপকতা।

যথোপযুক্ত বল প্রয়োগ করিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, জড় পদার্থের যে রূপ আকৃতি পূর্ব্বে ছিল সেই রূপ থাকে না। যেমন পূর্ব্বে কথিত হইয়াছে উহা কোথাও বিস্তৃত হয়, কোথাও বা সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু প্রকার বিশেষে বল প্রয়োগ করিলে উহা নানা খণ্ডে বিভক্ত হইয়া যায়। জড় পদার্থের এই গুণের নাম বিভাজ্যতা।

এই সকল গুণ থাকাতে আমরা সহজেই জড় পদার্থকে সচ্ছিদ্র বোধ করি। যেহেতু সচ্ছিদ্র না হইলে উহা কদাপি সঙ্কুচিত বা কোন বস্তু দ্বারা বিদ্ধ হইতে পারিত না। কিন্তু উহা সঙ্কুচিত এবং বিদ্ধও হইয়া থাকে, অতএব ইহার এই একটী স্বতন্ত্র গুণ অবধারিত হইল। এই গুণের নাম সচ্ছিদ্রতা।

জড়ের তৃতীয় প্রকার গুণ আমাদিগের অনুমান-সিদ্ধ। কিন্তু অনুমান-সিদ্ধ বলিয়া যে ঐ গুণ গুলি সত্য নয় এমত নহে। এই অনুমান সর্ব্বতোভাবে প্রত্যক্ষ-মূলক

এবং সর্ব্ব প্রকার পরীক্ষা দ্বারা সুসিদ্ধ। বিশেষতঃ ঐ সকল অনুমান দ্বারা জড়ের যেং গুণ কল্পনা করা গিয়াছে সেই সকল কল্পনা দ্বারা বহুবিধ প্রত্যক্ষ-সিদ্ধ ব্যাপারের অতি সহজে মীমাংসা হইতেছে এবং ঐ সকল কল্পনা করিবার পূর্ব্বেও যাহা জানা না ছিল সেই সকল প্রকৃতি-কার্য্যের কারণ অনায়াসে নির্দ্দিষ্ট হইতেছে—তাহার সহিত পূর্ব্ব কল্পনার কোন বিরোধ হইতেছে না, সুতরাং এই কল্পনা সমস্ত ভ্রমমূলক হইবে এমত কদাপি সম্ভব-পর নহে।

জড়ের এই রূপ কল্পিত গুণ দুই। তাহার প্রথমটার নাম পরমাণু সংহতি, অর্থাৎ অনেক গুলি ক্ষুদ্রং পরমাণু একত্রিত হইয়া স্থূল জড় সমুদায় জন্মায়, এই নিমিত্ত ইহাকে জড়ের স্বরূপ বলিলেও বলা যায়। কিন্তু জড় যে পরমাণু-সংহতি ইহা অনুমান দ্বারা সিদ্ধ হইয়াছে বলিয়াই ইহাকে জড়ের অনুমান-সিদ্ধ গুণ বলা গেল। অনুমান-সিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম আকর্ষণ। এই গুণ থাকাতে উক্ত পরমাণু সমস্ত অন্যোন্যের প্রতি স্বং অভিমুখে বল প্রয়োগ করে।

এই দুই গুণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সবিশেষ কথিত হইবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

[পরমাণুর অনুমান কি প্রকারে হয়?—পরমাণুর আকার কেমন?।]

কোন জড় পদার্থ লইয়া পরীক্ষা করিলেই বোধ হয় তাহাকে অসংখ্য খণ্ডে বিভাগ করা যাইতে পারে। এক খানি কাগজ কাটিয়া দুই খানি করিতে পারা যায়, আবার সেই অর্দ্ধেরও অর্দ্ধাংশ করা যায়—এই রূপে পুনঃ২ কর্ত্তন করিয়া তাহাকে এত ক্ষুদ্র২ অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে যে, সেই অংশ সমস্ত দৃষ্টির অগোচর হয়। কিন্তু দৃষ্টির অগোচর হয় বলিয়াই তাহারা যে অবিভাজ্য হয় এমত নহে। বোধ হয় তাদৃশ দৃষ্টি-শক্তি এবং তাদৃশ যন্ত্রাদি সম্পন্ন হইলে আমরা ঐ সূক্ষ্মাংশ সকলকে আরও সূক্ষ্মতর করিতে পারিতাম।

কিন্তু এই রূপে বিভাগ করিয়া যাইতে২ অবশ্যই ইহার পরিণাম প্রাপ্ত হইতে হয়, অর্থাৎ জড় পদার্থ এমত সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইয়া যায় যে, তাহা আর বিভাগ-যোগ্য হয় না। কোন ব্যক্তি কোন কালে কোন দ্রব্যের তাদৃশ সূক্ষ্ম অংশ পর্য্যন্ত বিভাগ করিতে পারেন নাই

বটে, কিন্তু জড় পদার্থ আছে এমত স্বীকার করিতে হইলেই ঐ প্রকার বিভাগেরও একটি পরিসীমা আছে ইহাও অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে। কারণ ইহা বিলক্ষণ বোধ হইতেছে যে, কোন নির্দ্দিষ্ট আয়তন-বিশিষ্ট জড়কে যদি অনন্ত অংশে বিভাগ করা যাইত, তবে ঐরূপ বিভাগ করিতে২ উহার শেষে কিছুই থাকিত না*। কিন্তু যদি পূর্ব্বে কিছুই না থাকে তবে পরেও কিছু থাকিতে পারে না। সুতরাং জড়ের উৎপত্তিই অসম্ভব হইয়া উঠে। এই রূপ বিবেচনা দ্বারা পণ্ডিতেরা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, সকল জড় পদার্থই অতি বহু সংখ্যক অংশে বিভাজ্য বটে, কিন্তু কেহই অনন্ত অংশে বিভাজ্য নয়। তাঁহারা জড় পদার্থের ঐ সকল অতি সূক্ষ্ম অবিভাজ্য অংশকে পরমাণু কহেন।

কিন্তু ঐ সকল পরমাণু যে কত ক্ষুদ্র এবং তাহাদিগের আকারই বা কি ইহা কোন প্রকারে প্রত্যক্ষ গোচর করিয়া নিশ্চয় করিতে পারা যায় না। কেমন করিয়া

---

* গণিতে যে প্রকারে বিচার করা যায় এ স্থলে সেই রূপ বিচার করিলে কিছু সহজে তাৎপর্য্যার্থ বোধ হইতে পারে। অর্থাৎ ভাগক্রিয়ায় ভাজক যত বৃদ্ধি পায় ভাগ-ফল তত ন্যূন হয়, সুতরাং ভাজক যার পর নাই এমত বৃদ্ধি পাইলে অর্থাৎ অনন্ত হইলে ভাগফল 'যার ন্যূন নাই' এমত হইবে অর্থাৎ শূন্য হইবে তাহার সন্দেহ কি?

পারা যাইবে? স্বর্ণ কষিবার সময় কষ্টি পাথরে স্বর্ণের যে দাগ পড়ে তাহারও অসংখ্য অংশ হইতে পারে। সেই সকল অংশ কোন প্রকারেই আমাদিগের ত্বগিন্দ্রিয় গোচর হয় না। কিন্তু তাহারাও এক২টী অনেক পরমাণুর সমষ্টি।

ত্বক্ অপেক্ষা দর্শনেন্দ্রিয় সূক্ষ্ম, আবার দর্শন অপেক্ষাও ঘ্রাণেন্দ্রিয় অধিক সূক্ষ্ম। অর্থাৎ যাহা দেখিতে পাওয়া যায় না তাহারও ঘ্রাণ গ্রহণ করা যায়। বস্তুতঃ দ্রব্যের অতি সূক্ষ্ম২ অংশ আসিয়া আমাদিগের নাসা রন্ধ্রস্থিত কতক গুলি ধমনীকে স্পর্শ করিলেই দ্রব্যের ঘ্রাণ পাওয়া যায়। আতর গোলাব মৃগনাভি প্রভৃতি সুগন্ধি সামগ্রীর যে ঘ্রাণ পাওয়া যায় তাহার এই কারণ। অতএব এক বিন্দু প্রমাণ আতর বস্ত্রে মাখিলে যদি তাহার গন্ধ ২।৩ দিন অবধি একটী গৃহ আমোদিত করিয়া রাখে, তবে বিবেচনা কর সেই আতর বিন্দু কত অসংখ্য ভাগে বিভক্ত হইয়াছে, কিন্তু সেই সকল ভাগের এক২টী যে এক২টী পরমাণু তাহারও প্রমাণ নাই, সুতরাং তাহারাও এক২টী পরমাণুর পুঞ্জ হইতে পারে। কোন২ শিল্প কার্য্যে দ্রব্যের যে রূপ সূক্ষ্ম বিভাগ করা যায় তাহাও বিবেচনা করিয়া বুঝিলে বিস্ময়াপন্ন হইতে হয়। পূর্ব্বে ঢাকা প্রদেশীয় তন্তুবায়েরা ৫০০।৬০০ নম্বরের সূত্র প্রস্তুত করিয়া তাহাতে বস্ত্র নির্ম্মাণ করিত। কথিত আছে, ঐ সকল বস্ত্র এমত সূক্ষ্ম হইত যে, প্রাতঃ

কালে শিশির সিক্ত ঘাসের উপর তাহার এক খণ্ড বিস্তৃত করিয়া দিলে সহজে দৃষ্টিগোচর হইত না।

সূক্ষ্ম কাচের নলের দুই দিক ধরিয়া সাতিশয় অগ্নির উত্তাপে কোমল করত ক্রমেং টানিতে থাকিলে উহাকে এমত সরু করা যায় যে, সেই কাচনল ঠিক এক গাছি রেসমের ন্যায় সূক্ষ্ম এবং কোমল হয়। কিন্তু জল দিয়া দেখিলেই বোধ হয় তাহারও ভিতর ছিদ্র থাকে। ঐ নল যদি কোমল না হইত তবে উহাকে লোমকূপ দিয়া অনায়াসে শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট করা যাইত—তাহাতে বেদনা বা ক্ষত হইত না।

প্লাটিনম নামক এক প্রকার ধাতু আছে। ঐ ধাতুর অতি সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত হইয়া থাকে। তাহা এমত সূক্ষ্ম হয় যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দর্পণের ভিতর দিয়া দেখিলেও ঊর্ণনাভির সূত্র অপেক্ষা অধিক স্থূল দেখায় না। উলাষ্টন সাহেব ঐ তার প্রস্তুত করিবার রীতি প্রকাশ করেন। স্বর্ণকারেরা যে প্রকারে গুণোটানিয়া স্বর্ণ রৌপ্যাদির তার প্রস্তুত করে ঐ সাহেবও প্রথমে সেই প্রকারে প্লাটিনমের তার প্রস্তুত করিতেন। তাহার পর ঐ সূক্ষ্ম তারকে দ্রব রৌপ্যে মগ্ন করিলেই উহার চতুর্দ্দিকে রৌপ্য লাগিয়া উহা কিঞ্চিৎ স্থূল হইত। পুনর্ব্বার সেই রৌপ্য মণ্ডিত তার লইয়া গুণো টানিয়া তাহাকে আরও সূক্ষ্ম করিতেন। এই রূপে বারম্বার করিলেই ভিতরের প্লাটিনম তার ক্রমে অত্যন্ত সূক্ষ্ম

হইত। পরিশেষে ঐ তারকে লইয়া মহা-যবক্ষারাম্ল* নামক এক প্রকার দ্রাবকে মগ্ন করিলেই উহার উপরকার রৌপ্য দ্রব হইয়া ভিতরের প্লাটিনম তার প্রকাশ হইত। ঐ তার এমত সূক্ষ্ম যে, তেমন দেড় শত তার একত্র করিলে এক গাছি সূক্ষ্ম রেসমের সূত্রের ন্যায় স্থূল হয় এবং আড়াই সের প্লাটিনমের ঐ রূপ তারে সমুদায় পৃথিবীর পরিধি পরিবেষ্টিত হইতে পারে।

কিন্তু প্রকৃতি-কার্য্যেই এই বিষয়ের সর্ব্বোৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত পাওয়া যায়। অণুবীক্ষণ দ্বারা এমত সকল কীটাণু দৃষ্ট হইয়াছে যে, তাহাদিগের ১০ লক্ষকে একত্র করিলে এক বালুকারেণু অপেক্ষা বড় দেখায় না। কিন্তু ঐ সকল জীবেরও অঙ্গ প্রত্যঙ্গাদি সমুদায় আছে। তাহারাও পানভোজন করে। সুতরাং তাহাদিগেরও অন্ত্র, পাকস্থলী ইন্দ্রিয়-দ্বার সমুদায় আছে। তাহারাও আমোদ প্রমোদ করে, অন্যান্য কীটাণুকে ভক্ষণ করে, এবং আমাদিগের শরীরের রক্তে যেমন কীটাণু আছে বোধ হয় উহাদিগেরও রক্তে সেই রূপ তদপেক্ষাও ক্ষুদ্র-তর অণু-কীট সকল বাস করে। উহারা কেমন ক্ষুদ্র!—কিন্তু উহারাও বহু পরমাণুর সমষ্টি!।

যদি পরমাণু এমত ক্ষুদ্র হইল তবে সেই পরমাণুর আকার প্রকার কখনই প্রত্যক্ষ গোচর হইতে পারে না।

* ইহাকে ইংরাজীতে নাইট্রিক্ আসিড্ বলে

কিন্তু মনুষ্যের স্বভাব এমত নয় যে, কোন বৈষম্য দেখিয়া একেবারে নিবৃত্ত হইয়া থাকে। যতই কেন কঠিন বিষয় হউক না, মনুষ্যেরা তাহার এক প্রকার মীমাংসার চেষ্টা অবশ্যই করেন। এই বিষয়েও সেই রূপ করিয়া এক প্রকার সিদ্ধান্ত স্থির করিয়াছেন। কিন্তু তাহা সমুদায় স্পষ্ট বুঝিতে হইলে গণিত এবং রাসায়নিক বিজ্ঞানে সমীচীন ব্যুৎপত্তি থাকা আবশ্যক। অতএব এই স্থলে তাহার স্থূল তাৎপর্য্য মাত্র প্রকাশ করা যাইতেছে।

দেখ, স্থপতিরা কোন নির্ম্মাণ কার্য্যে ব্যাপৃত হইবার অগ্রে সেই নির্ম্মাণ কর্ম্মের উপযুক্ত দ্রব্যাদির আয়োজন করিয়া থাকে। যদি গোলাকার স্তম্ভ গ্রথিত করিবার আবশ্যকতা হয়, তবে তাহারা প্রথমে ইষ্টক গুলিকে কাটিয়া গোল২ করিয়া লয়। অপিচ, ঐ প্রকার ইষ্টকে যে স্তম্ভ গ্রথিত হয় সেই স্তম্ভ ভাঙ্গিতে গেলেও উহা সহজেই গোল২ হইয়া ভাঙ্গে—অন্য কোন প্রকারে তেমন সহজে ভাঙ্গে না। অতএব যদি কি প্রকার ইষ্টকে কোন স্তম্ভ নির্ম্মাণ হইয়াছে তাহা পূর্ব্বে জানা না থাকে, তথাপি যদি দেখিতে পাই যে, তাহাকে খণ্ড২ করিলে প্রত্যেক খণ্ডই গোলাকার হয়, তবে অবশ্য অবধারিত করিতে পারি যে, ঐ স্তম্ভ গোল২ ইষ্টকে নির্ম্মিত হইয়াছিল। আবার দেখ, মনুষ্যেরা ইষ্টকের আকার ঘন-চতুষ্কোণ করিয়া থাকে। সর্ব্বদা ঐ রূপ করিবার তাৎপর্য্য এই যে, তাদৃশাকার ইষ্টক দ্বারা ঘনচতুষ্কোণ প্রাচীরাদির

নির্ম্মাণ অতি অনায়াসেই নির্ব্বাহিত হয়। প্রাচীর সমস্ত ভাঙ্গিলেও কি ক্ষুদ্র কি বৃহৎ যত খণ্ড হয় সকলই ঘন-চতুষ্কোণের ন্যায় হয়।

অতএব নিশ্চিত হইল, যদি কোন দ্রব্য সর্ব্বদা আপনা হইতেই কোন নির্দ্দিষ্ট আকার ধারণ করে, এবং যদি তাহাকে ভাঙ্গিলে তাহার সকল খণ্ডই উক্ত নির্দ্দিষ্ট আকার সম্পন্ন হয় তবে, ঐ দ্রব্য যে সকল সূক্ষ্মং অংশের সংযোগে নির্ম্মিত হইয়াছে সেই সকল সূক্ষ্ম ভাগও তদাকার হইবে।

পণ্ডিতেরা এই সাংদৃষ্টিক ন্যায়ের অনুগামী হইয়া কোন্ দ্রব্যের পরমাণুর কি আকার তাহা অনুমান করিয়াছেন। তাঁহারা দেখিয়াছেন যে, সর্ব্ব প্রকার কঠিন ও তরল এবং অনেকানেক বায়বীয় পদার্থের বিশেষং আকারে সূক্ষ্মং দানা জন্মে। চিনি লবণ অথবা অন্য কোন দ্রব্য লইয়া পরীক্ষা কর। প্রথমে ঐ দ্রব্যের অতি সূক্ষ্ম চূর্ণ প্রস্তুত করিয়া উহাকে জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া দেও। পরে সেই জলে জ্বাল দিয়া ক্রমেং শুষ্ক করিতে থাক। যদি লবণ লইয়া পরীক্ষা কর তবে দেখিতে পাইবে যে, জল শুষ্ক হইয়া গেলে ঐ লবণের প্রতি অণু ঘন-চতুষ্কোণ হয়। অতি সূক্ষ্ম সূচীর মুখে ঐ লবণের যে ভাগ উঠে তাহাও অণুবীক্ষণ দ্বারা দেখিলে অনেক গুলি ঘন-চতুষ্কোণ বোধ হইয়া থাকে। এই রূপ সর্ব্ব দ্রব্যেরই নির্দ্দিষ্ট রূপ দানা হয়।

ইহা এমত স্থির নিশ্চিত হইয়াছে যে, পণ্ডিতেরা কোন দ্রব্যের নাম শুনিলেই তাহার দানার কি আকার হইবে বলিতে পারেন। সেই দানার যে আকার, ঐ দ্রব্যের পরমাণুরও সেই আকার অবধারিত হয়*।

এক্ষণকার অনেকেরই এইরূপ মত বটে, কিন্তু কোন২ পদার্থবিৎ পণ্ডিত কহেন যে, সকল দ্রব্যের পরমাণুরই আকার এক প্রকার, অর্থাৎ পরমাণু মাত্রেই গোল।

---

* পরমাণু শব্দটীর ব্যবহার অস্মদ্দেশীয় নৈয়ায়িকদিগের মধ্যে প্রচলিত আছে। এই হেতু তাঁহারা পরমাণুর আকার সম্বন্ধে যাহা বলেন তাহা এই স্থলে প্রকটিত করিতে হইল।

নৈয়ায়িকেরা কহেন ত্র্যসরেণুক গুলির অবয়ব আছে এবং তাহারা চক্ষুর্গোচর হয়। কিন্তু তাঁহাদিগের মতে দুইটী পরমাণুতে একটী দ্ব্যণুক এবং তিনটী দ্ব্যণুকে একটী ত্র্যসরেণুক হয়। তবে প্রতি ত্র্যসরেণুকে ছয়টী মাত্র পরমাণু থাকে। যদি ত্র্যসরেণুক দৃষ্টি-গ্রাহ্য হয় তবে অতি সামান্য চসমা দ্বারা দেখিলে পরমাণুও দৃষ্টি গোচর হইতে পারে। কিন্তু দ্রব্য সমস্ত যেরূপ ক্ষুদ্র২ অংশে বিভক্ত হইতে পারে বলা গিয়াছে তাহা স্মরণ করিলেই বোধ হইবে যে, একটী ত্র্যসরেণুকের কথা দূরে থাকুক লক্ষ২ ত্র্যসরেণুক সমষ্টিও দৃষ্টি-গ্রাহ্য হয় না। যে সকল কীটাণু দশ লক্ষ মিলিত হইয়া একটী অতি ক্ষুদ্র বালুকা রেণুর প্রমাণ হয় তাহাদিগের একং‍টীও ত্র্যসরেণুক অপেক্ষা ক্ষুদ্র, তথাপি তাহারা একং‍টী অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি। অতএব নৈয়ায়িকদিগের পরমাণু বাস্তবিক পরমাণুর সহিত তুলনা করিলে পর্ব্বতাকার বোধ হয়, অথচ তাঁহারা উহার অবয়ব নাই বলেন।

তৃতীয় অধ্যায়।

[পরমাণু সংহতি কি প্রকারে হয়?—প্রাচীনদিগের মত-নব্য-দিগের মত—পারমাণব আকর্ষণ—তাহার নাম ভেদ--বিপ্র-কর্ষণ—এই বিষয়ে মতভেদ।]

পরমাণু সমস্ত অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং সেই সকল অতি সূক্ষ্ম২ পদার্থের যোগেই স্থূল জড় সমুদায় জন্মে, প্রাচীন পণ্ডিতেরাও এই রূপ স্বীকার করিয়া গিয়াছেন। কিন্তু ঐ পরমাণু সকল কি হেতু পরস্পর সংযুক্ত হয় এবং তাহাদিগের সংযোগের নিয়মই বা কি, তাঁহারা ইহার বিশেষ সিদ্ধান্ত করিবার চেষ্টা করেন নাই।

বস্তুতঃ তাঁহারা যে রূপে কল্পনা মাত্রকে অবলম্বন করিয়া পদার্থ তত্ত্বানুসন্ধান করিতেন তাহাতে পরমাণু সংযোগের কারণ নির্দ্দিষ্ট করা অনায়াসেই হইত। তাঁহারা দেখিতেন কোন দ্রব্যের শুষ্ক চূর্ণে কিঞ্চিৎ জল দিয়া ম্রক্ষণ করিলে অনেক স্থলেই ঐ চূর্ণ পিণ্ডাকার হয়। এই মাত্র দেখিয়াই তাঁহাদিগের সিদ্ধান্ত হইয়াছিল যে, জলই পরমাণু সংযোগের কারণ—আর তাঁহারা বলিতেন জল সকল দ্রব্যেই আছে, সুতরাং উহা কর্ত্তৃকই পরমাণু সকল সংযুক্ত হইয়া স্থূল২ জড় পদার্থ জন্মিয়াছে।

কিন্তু এইক্ষণে আর ঐ রূপ কথা যুক্তি-সিদ্ধ বোধ হইতে পারে না। পণ্ডিতেরা পরমাণু-সংহতির কারণান্তর অবধারিত করিয়াছেন। তাঁহারা ঐ কারণকে পারমাণবাকর্ষণ কহেন, তাঁহাদিগের মতে পরমাণু সমস্তের এমত একটী প্রকৃতি-সিদ্ধ গুণ আছে যে তাহারা অন্যোন্যকে অন্যোন্যের অভিমুখে আকর্ষণ করে। দ্বিতীয়াধ্যায়ের শেষ ভাগে লবণ চূর্ণ করিয়া পরীক্ষা করিবার যেরূপ প্রথা বর্ণিত হইয়াছে এবং উক্ত প্রকার করিলে যেরূপ লবণের দানা জন্মে বলা গিয়াছে, তাহা অভিনিবেশ পূর্ব্বক বুঝিলেই নিশ্চয় হইবে যে, লবণের অণু গুলি অবশ্য পরস্পর আকর্ষণ করিয়া মিলিত হয়; নচেৎ তাহারা চূর্ণাবস্থা হইতে কদাপি স্বয়ং সম্বদ্ধ হইতে পারিত না। উহাদিগের যে পরস্পর আকর্ষণ আছে, তাহা আরও স্পষ্ট করিয়া দেখাইতে পারা যায়। সৈন্ধব লবণ এবং সোরা দুই একত্র চূর্ণ করিলে উভয়ে সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত হইয়া যাইবে। তাহার পর যদি দুইকেই জলে গুলিয়া জ্বালে দিয়া ক্রমে২ সমুদায় জল শুষ্ক করিয়া ফেলা যায়, তবে দেখিতে পাইবে যে, লবণের দানা স্বতন্ত্র এবং সোরার দানা স্বতন্ত্র হইয়াছে—লবণে এবং সোরায় যে প্রকার মিশ্রণ হইয়া ছিল আর সেরূপ নাই। যদিও সোরার দানার ভিতরে লবণের দানা জন্মিতে পারে, কিন্তু ঐ উভয়ে মিলিয়া কখন একটী দানা জন্মে না।

এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, উহারা কি হেতু

ভিন্নং হইল। যদি জলের সংযোগেই মিশে এমত হয়, তবে সোরা এবং লবণ দুই একত্র থাকিল না কেন?। অতএব পরমাণুদিগের পরস্পর আকর্ষণ আছে ইহা স্বীকার করিতে হইল। এইক্ষণে এমত বলা যাইতে পারে যে, যদিও সর্ব্বপ্রকার লবণ ও মৃত্তিকা এবং ধাতু ও তরল পদার্থদিগের কোন রূপে না কোন রূপে দানা জন্মাইতে পারা যায় বটে, কিন্তু বায়বীয় পদার্থ মাত্রেরই উহা হওয়া অসম্ভব। বস্তুতঃ এই রূপ বিবেচনা করিয়াই কোনং পদার্থবিৎপণ্ডিত সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, বায়বীয় পরমাণুদিগের উক্ত প্রকার আকর্ষণ শক্তি নাই—বরং তাহাদিগের পরমাণু সমস্তের বিপ্রকর্ষণ শক্তি আছে। তাঁহারা কহেন, "চোঙ্গার ভিতরে বায়ু থাকিলে ঐ চোঙ্গার মুখে একটা অর্গল ঠিক করিয়া বসাইয়া যদি বলপূর্ব্বক প্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায় তবে চোঙ্গার ভিতরের বায়ু সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু চাপ ছাড়িয়া দিলেই পুনর্ব্বার পূর্ব্ববৎ বিস্তৃত হইয়া উঠে। অতএব বায়ুর পরমাণু সকলের পরস্পর আকর্ষণ শক্তি নাই"। কিন্তু অন্যান্য পণ্ডিতেরা কহেন যে, "কোন বিশেষ কৌশল অবলম্বন পূর্ব্বক কোনং বায়বীয় পদার্থের* উপর চাপদিয়া উহাদিগেরও দানা প্রস্তুত করা গিয়াছে। আর সকল প্রকার বায়ুতেই আকর্ষণ শক্তির কোনং লক্ষণ দেখিতে

* অঙ্গারাম্ল বায়ু যাহাকে ইংরাজীতে কার্বনিক আসিড বলে, তাহার এই রূপ হয়।

পাওয়া যাইতেছে, এই হেতু যদিও সকল প্রকার বায়বীয় পদার্থের অদ্যাপি দানা জন্মাইতে পারা যায় নাই বটে, তথাপি উহাদিগেরও যে কঠিন দানা হইতে পারে এমত বিশ্বাস করা যায়। ইহাঁরা বলেন যে সকল প্রকার পরমাণুরই দুই গুণ আছে। একটী গুণ থাকাতে তাহারা পরস্পরকে টানে, অপর গুণ দ্বারা তাহারা পরস্পরকে দূরবর্ত্তী করে। আমরা নানা উপায় দ্বারা ঐ দুই শক্তির কখন একটীকে কখন অপরটীকে স্বেচ্ছাক্রমে হ্রস্ব বা সম্বর্দ্ধিত করিতে পারি। কোন কারণ বশতঃ বায়বীয় পদার্থে বিপ্রকর্ষণ শক্তি অধিক হইয়া আছে। সেই আধিক্য নিবারণের উপায়াবধারণ হইলেই উহাদিগের সকলকেই অনায়াসে ঘন করিতে পারা যাইবে। পরন্তু যাঁহারা বায়বীয় দ্রব্যের পরমাণুতে কেবল বিপ্রকর্ষণ শক্তি কল্পনা করেন তাঁহারাও অন্য সর্ব্ব স্থলে পরমাণবাকর্ষণ স্বীকার করিয়া থাকেন।

এই পরমাণবাকর্ষণ নানা স্থলে নানা রূপে প্রতীয়মান হয়। সুতরাং ভিন্ন২ কার্য্যানুসারে ইহার ভিন্ন২ সংজ্ঞাও হইয়াছে। ক্রমশঃ সেই সকল সংজ্ঞার উল্লেখ করা যাইতেছে।

১।—যে স্থলে অনেক গুলি পরমাণু পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া স্থূল জড় পদার্থের উৎপাদন করে, সে স্থলে ঐ আকর্ষণকে যোগাকর্ষণ বলা যায়। এই যোগাকর্ষণের প্রাদুর্ভাব বশতঃ কোন২ দ্রব্য অত্যন্ত কঠিন হয়;

বিশিষ্ট বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে তাহাদিগের আকর্ষণ বিনাশ করিয়া খণ্ড২ করা যায় না। লৌহ প্রস্তরাদি যে এত কঠিন তাহার কারণ কেবল উহাদিগের পরমাণু সমস্তে যোগাকর্ষণের আধিক্য মাত্র।

২।—যে স্থলে ভিন্ন২ প্রকার পরমাণু পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া এমত মিলিত হইয়া যায় যে, তাহারা যে কদাপি বিভিন্ন ছিল ইহা কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা প্রত্যক্ষ করা যায় না, এবং তজ্জন্য উহাদিগের গুণান্তর উৎপন্ন হইয়া উঠে, সেই সকল স্থলে পারমাণব আকর্ষণের নাম রাসায়নিক আকর্ষণ হয়। পারা এবং গন্ধক মিলিত হইয়া যে একটী স্বতন্ত্র পদার্থ হিঙ্গুল জন্মে, এই রাসায়নিক আকর্ষণই তাহার কারণ।

৩।—পরমাণু সকলের প্রত্যেকের যে রূপ আকর্ষণ আছে উহাদের সমষ্টি হইলে তাহাদেরও সেইরূপ পরস্পর আকর্ষণ হইয়া থাকে। এই রূপ আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ। চন্দ্র ও সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে সমুদ্রে এবং তথা হইতে নদীতে জলোচ্ছ্বাস হইতেছে—পৃথিবীর প্রবল মাধ্যাকর্ষণ বশতঃ ইহার সমীপস্থ সকল জড় পদার্থ ইহাতে বদ্ধ আছে এবং সেই হেতু সকল দ্রব্যকেই ভারী বোধ হইতেছে।

এই সকল আকর্ষণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সবিস্তাররূপে কথিত হইবে।

চতুর্থ অধ্যায়।

[পাঞ্চভৌতিক মত কি ?—পাঞ্চভৌতিক মতের খণ্ডন হওয়াতে চিকিৎসা এবং কৃষি-বিদ্যার কিরূপ উপকার দর্শিয়াছে।]

অতি প্রাচীন কালাবধি সর্ব্বদেশীয় পণ্ডিত বর্গের অনুভব ছিল যে, পৃথিবীতে যে নানাবিধ জড় পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায় তাহারা সকলে পরস্পর ভিন্ন নয়। তাঁহারা দেখিতেন প্রাণিশরীর এবং উদ্ভিজ্জাদি, মৃত্তিকাসাৎ হইলে ক্রমে২ পচিয়া মৃত্তিকা হইয়া যায়। সেই সময়ে উহা হইতে জলবৎ রস নির্গত হয়, বুদ্‌বুদ সহকারে বায়ু উঠে এবং প্রায় সকলেই কিছু২ উষ্ণ হয়। এই রূপ দেখিয়াই তাঁহারা নিশ্চয় করিয়া ছিলেন যে, জগতের তাবৎ দ্রব্যই মৃত্তিকা, জল, বায়ু এবং বহ্নি এই চারিটীর যোগে জন্মে—আর আকাশ সকলের মধ্যেই আছে। তাঁহারা ঐ পাঁচটীকে ভূত বলিয়া নির্দ্দেশ করিতেন, সুতরাং তদ্ঘটিত সমুদায় বস্তুকেই পাঞ্চভৌতিক পদার্থ বলিয়া সিদ্ধান্ত করিতেন।

এক্ষণে এই পাঞ্চভৌতিক মতকে পণ্ডিতেরা আর যুক্তিসিদ্ধ বোধ করেন না। তাঁহারা নানারূপ পরীক্ষা দ্বারা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, ভূতের সংখ্যা পঞ্চ নহে উহার সংখ্যা সমুদয়ে পঞ্চ-ষষ্টি।

তাঁহারা যে দ্রব্যে যে২ প্রকার পরমাণু আছে বলেন, ঐ দ্রব্য হইতে সেই২ প্রকার পরমাণু বাহির করিতে পারেন। আর তাঁহারা বিভিন্ন প্রকার দ্রব্য হইতেও বিশেষ২ পরমাণু কতক গুলি সঙ্কলন করিয়া অপরাপর অনেক দ্রব্য প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন। তাহার কতিপয় উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে। নব্য রসায়ন-বেত্তাদিগের মতে জল ভৌতিক পদার্থ নয়—উহা মিশ্র পদার্থ। অর্থাৎ উহা দুইটী পদার্থের মিলনে জন্মে। তাঁহারা জলকে দুই ভাগ করিয়া ঐ দুই ভাগের যে ভিন্ন২ গুণ আছে ইহা স্পষ্টরূপে দেখাইতে পারেন। আবার তাঁহারা বলেন যে, জল যে, দুইটী পদার্থের যোগে জন্মিয়াছে তাহার একটী লৌহের মলে* এবং অপরটী মৃদঙ্গারে† আছে। তাঁহারা ঐ দুই দ্রব্য হইতে উক্ত দুইটী পদার্থ সংগ্রহ করিয়া জল প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন।

যেমন জল মিশ্র-পদার্থ, বায়ুও সেই রূপ। ইহাও দুই প্রকার পদার্থের মিলনে উৎপন্ন হইয়াছে। রসায়ন শাস্ত্র ব্যবসায়ীরা বায়ুকে বিভাগ করিয়া ঐ দুই প্রকার পদার্থের পরস্পর বিভিন্ন গুণ প্রমাণ করিয়া দিতে পারেন। আবার বায়ুর মৌলিক উক্ত দুই দ্রব্য যাহাতে যাহাতে আছে তাহা হইতে (যথা সোরা‡ এবং জল§

---

* অম্লকরবায়ু।

† জলকর বায়ু ইহার ইংরাজী নাম হাইড্রোজেন্

‡ যবক্ষার-জনক-বায়ু, ইংরাজী নাইট্রোজেন্।

§ অম্লকর বায়ু।

হইতে) সেই দুই দ্রব্য লইয়া বায়ু প্রস্তুত করিতে পারেন। রসায়ন শাস্ত্র ব্যবসায়ীরা ঘন কঠিন পদার্থ মাত্রকেই 'মৃত্তিকার' বোধ করেন না। তাঁহারা বলেন যে, উহাদিগের মধ্যে যাহা হইতে যাহা উৎপন্ন হইতে পারে তাহারাই এক, অপর সকলে ভিন্ন২ পদার্থ। স্বর্ণ হইতে রৌপ্য হয় না রৌপ্য হইতে স্বর্ণ হয় না, আর উহাদিগের কাহা হইতেও প্রস্তর জন্মে না, অতএব উহারা সকলেই এক২টী স্বতন্ত্র পদার্থ বলিয়া গণ্য হয়।

এইরূপ প্রত্যক্ষ প্রমাণ দ্বারা এইক্ষণে নিশ্চিত হইয়াছে যে, পরমাণু সমস্ত পরস্পর মিলিত বা বিযুক্ত হইয়া অন্যোন্যের বিকার জন্মাইতেছে—বিনা কারণে তাহাদিগের কাহারও বিকৃতি হইতেছে না—আর তাহাদিগেরই সংযোগ বিযোগ বই জগতে অন্য কোন বাহ্য ক্রিয়াও নাই।

সুতরাং যদি সংযোগ বিযোগ ব্যতিরেকে অপর কোন ক্রিয়া না থাকে, তবে পরমাণুর উৎপত্তিও নাই এবং ধ্বংসও নাই। লোকে বোধ করে যে, কোন দ্রব্যকে দগ্ধ করিয়া ফেলিলে, সেই দ্রব্য আর থাকে না। কিন্তু বাস্তবিক তাহা নয়। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, কোন দ্রব্যকে দগ্ধ করিলে তাহার পরমাণু সমস্তের সংযোগ শিথিল হইয়া যায় মাত্র, উহার একটীও বিনাশ প্রাপ্ত হয় না। কোন উপযুক্ত পাত্রে কাষ্ঠ চূর্ণ রাখিয়া পাত্রের মুখ উত্তমরূপে বদ্ধ করত যদি জ্বাল

দেওয়া যায়, তবে ঐ কাষ্ঠ দগ্ধ হইয়া তাহার পরমাণু সকল শিথিল হওয়াতে কতক ভাগ কঠিন ভস্ম, কতক ভাগ জলবৎ তরল আর কিয়দংশ বায়বীয় আকার ধারণ করিয়া থাকে। পাত্রের মুখ খুলিয়া দিলে বায়বীয় অংশ বাহির হইয়া যায়, এই জন্য তাহার পর ঐ পাত্র পূর্ব্বাপেক্ষা লঘু হইয়া পড়ে।

বস্তুতঃ পরমাণুর উৎপত্তিও নাই বিনাশও নাই। যে দ্রব্য মাটিতে পড়িয়া পচিতেছে তাহার পরমাণু সমস্ত কতক বায়ুতে আর কতক পৃথিবীতে থাকে। আবার সেই সকল পরমাণুই সংযুক্ত হইয়া অন্য দ্রব্যে মিশ্রিত হয়। যে স্থলে শবদাহ হয় সেই স্থানের মৃত্তিকাতে ঐ শব শরীরের কতক পরমাণু থাকে—ঐ স্থানে যে উদ্ভিজ্জ জন্মে তাহার মূল দ্বারা ঐ সকল পরমাণু কতক উঠিয়া আইসে এবং তদ্দ্বারা উদ্ভিজ্জ শরীর পুষ্ট হয়; সেই উদ্ভিজ্জ ভক্ষণ দ্বারা যে পশু স্বীয় দেহ রক্ষা করে তাহার শরীরেও ঐ পরমাণু প্রবিষ্ট হয়। আবার সে মরিলে ঐ সকল পরমাণু অন্য নানা প্রকারে অপর প্রাণিশরীরে আসিয়া থাকে। জগতে অনুক্ষণ এইরূপই হইতেছে। পুষ্করিণীর জল শুষ্কবায়ু সংযোগে বাষ্প হইয়া বায়ুতে উঠিতেছে। কিন্তু ঐ বাষ্পই আবার ঘনীভূত হইয়া পৃথিবীতে বৃষ্টি বা শিশিরের আকারে পড়িতেছে। তাহার কণা মাত্র জলেরও বিনাশ হইতেছে না—কেবল উহার স্থানান্তরতা এবং অন্যের সং-

যোগে রূপান্তরতা মাত্র ঘটিতেছে। আমরা যে নিশ্বাস ত্যাগ করিতেছি তাহার সহিত আমাদিগের রক্ত হইতে একটী পদার্থ* নির্গত হইয়া যাইতেছে। উদ্ভিজ্জেরা সমস্ত দিবস সেই পদার্থ গ্রহন করিয়া পুষ্ট হইতেছে, অতএব যখন আমারা তাহাদিগকে ভক্ষণ করিয়া আপনাদিগের শোণিত সম্বর্দ্ধন করিতেছি, তখন যে পরমাণু সমস্ত আমাদিগের শরীর হইতে নির্গত হইয়াছিল তাহাদিগকেই পুনর্ব্বার ফিরিয়া পাইতেছি।

আমরা যাহা২ ভক্ষণ করি তাহাই আমাদিগের মজ্জা শোণিত মাংস মেদ অস্থি প্রভৃতি সমুদায় ধাতু হয়। উদ্ভিদগণ যে ভূমিতে জন্মে তাহার রস এবং বায়ু হইতে উহারা যে২ প্রকার পদার্থ গ্রহণ করিতে পায় তাহা এই সকলে মিলিয়া উহাদিগের মূল কাণ্ড শাখা পত্র ফল পুষ্পাদিরূপে পরিণত হয়। প্রাণী বা উদ্ভিদ শরীরে যে আশ্চর্য্য কৌশল সংস্থাপিত হইয়াছে তদ্দারাই এই অপূর্ব্ব পরিবর্ত্তন সকল সংঘটিত হইতেছে। কিন্তু ইহা বলিয়া যে উক্ত শরিরীদিগের মধ্যে কোন নূতন প্রকার পদার্থের উৎপত্তি হইতেছে এমত নহে। যন্ত্র-পাক বিশেষ দ্বারা ভিন্ন২ দ্রব্যের পরমাণুর ভিন্ন২ প্রকারে সংযোজন ও বিযোজন হয়, নূতন কিছুই উৎপন্ন হইতে পারে না। প্রাণী এবং উদ্ভিদ শরীর এক অদ্ভুত যন্ত্র মাত্র। নূতন কিছু প্রস্তুত করণে ইহারও সামর্থ নাই।

* অঙ্গারাম্ল বায়ু।

যাহা আহার করা যায় তাহারও এক অণুমাত্র নষ্ট হয় না। মল মূত্র ঘর্ম্ম এবং প্রশ্বাসাদি দ্বারা আমাদিগের ভক্ষিত দ্রব্য সমুদায় পুনর্ব্বার পৃথিবীতে এবং বায়ুতে প্রত্যাবর্ত্তন করে, আর শরীরের সহিত যাহা থাকিয়া যায় তাহাও মৃত্যু হইলে আর স্বতন্ত্র থাকে না; পৃথিবীতেই ফিরিয়া যায়। অতএব প্রাণী বা উদ্ভিদ কর্ত্তৃক ভক্ষিত হইলেই যে কিছু নষ্ট হয়, এমত নহে।

চিকিৎসা কৃষি প্রভৃতি অনেক শাস্ত্র, এই রাসায়নিক আবিষ্ক্রিয়ার উপর নির্ভর করিয়া, ইদানীং সমূহ উন্নতি প্রাপ্ত হইয়াছে। বিজ্ঞ চিকিৎসকেরা বায়ু পিত্ত কফাদির বিকার অনুসন্ধানার্থ তর্জ্জনী মধ্যমা এবং অনামিকার উপাসনা না করিয়া পীড়িত ব্যক্তির শরীরে বাস্তবিক কোন্ ধাতুর অভাব, তাহা নানা লক্ষণ দ্বারা নিরূপিত করিতে পারেন, এবং যে ঔষধ বা পথ্য সেবন দ্বারা সেই অভাব নিবারিত হইতে পারে তদুপযুক্ত উপদেশ দেন।

এই রূপ কৃষিকার্য্যেও কোন্ উদ্ভিজ্জে কি প্রকার পরমাণু অধিক থাকে তাহা পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত করিয়া কোন্ মৃত্তিকাতে সেই পরমাণুর ভাগ অধিক ইহা নিশ্চিত করিতে হয়, সুতরাং সেই স্থানে তাদৃশ উদ্ভিজ্জ রোপণ করিলে উহা অত্যন্ত সতেজঃ হইয়া থাকে। আর যে সকল উদ্ভিজ্জে একই প্রকার পরমাণুর ভাগ অধিক থাকে, সেই সকল উদ্ভিদ পুনঃ২ এক স্থানে রোপণ করিলে

অধিক ফল হয় না, ইহা বিবেচনা করিয়া কাহার পর কোন প্রকার গাছ রোপণ করা বিধেয় উহাও নিরূপিত হইয়াছে। এবং কোন্ গাছে কেমন সার দেওয়া আবশ্যক তাহাও এই উপায় দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে।

দেখ পাঞ্চভৌতিক মতাবলম্বীরা ভ্রম-নিমগ্ন হইয়া নিকৃষ্ট ধাতু সমস্ত হইতে স্বর্ণ জন্মাইবার অভিপ্রায়ে বিস্তর নিরর্থক কাল হরণ করিয়া গিয়াছেন—এমন কি, এই দেশে অদ্যাপি অনেকে তাহা করিতেছেন। কিন্তু বিশুদ্ধ মত সংস্থাপিত হইয়া অবধি ইউরোপীয় লোক সকল যথোচিত যত্ন সহকারে স্বদেশীয় ঊষর মৃত্তিকা-কেও কেমন উর্ব্বরা এবং রত্ন-প্রসবা করিয়াছেন! অত-এব ভ্রমাত্মক মত যেমন বিবিধ অনর্থের মূল, বিশুদ্ধ মতও সেইরূপ নানা সুখের নিধান।

পঞ্চম অধ্যায়।

[ভৌতিক পদার্থ কত প্রকার?—সামান্য মিশ্র-পদার্থ কি রূপে জন্মে?—নির্দ্দিষ্ট ভাগ-পরিমাণ কি?—যৌগিক-মিশ্র-পদার্থ কি?—রাসায়নিক আকর্ষণের প্রকৃতি কেমন?]

রসায়ন শাস্ত্র বেত্তারা পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার পরমাণুর নাম নির্দ্দেশ করিয়াছেন। ফলতঃ তাঁহাদিগের কর্ত্তৃক এ

পর্য্যন্ত জগতের সমুদায় বস্তু নিঃশেষে পরীক্ষিত হয় নাই, অতএব কখনই এমত বলা যাইতে পারে না যে, জগতে এতদ্ভিন্ন অন্য প্রকার পরমাণু আর নাই। অপিচ, তাঁহারা যে সকল উপায় দ্বারা দ্রব্য সমস্তের পরীক্ষা সাধন করিয়াছেন, কালে তদপেক্ষাও অনেক উৎকৃষ্ট-তর উপায় সৃষ্ট হইতে পারে। সুতরাং সেই সকল উপায় দ্বারা ঐ পঞ্চ ষষ্টি প্রকার পরমাণু এক্ষণে যেমন পরস্পর স্বতন্ত্র বোধ হইতেছে, তাহা না হইবারও সম্ভাবনা আছে। অর্থাৎ পরমাণু, পঞ্চ-ষষ্টি প্রকারের অধিকও হইতে পারে এবং অল্পও হইতে পারে। কিন্তু এইক্ষণে তাহাদিগের ঐ মাত্র পরিমাণই সর্ব্ববাদি-সম্মত হইয়া আছে।

এই পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার পরমাণুর যোগেই সকল জড় পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে। কিন্তু কতক গুলি জড় উহা-দিগের মধ্যে সম-প্রকৃতিক পরমাণু সংযোগে জন্মে। আর কতক গুলি দুই বা তিন বা তদধিক বিভিন্ন প্রকৃতিক স্বতন্ত্র প্রকার পরমাণুর যোগে উৎপন্ন হয়। যাহারা এক প্রকৃতিক পরমাণুর যোগে জন্মে তাহাদিগকে ভৌতিক পদার্থ বলা যায়, এবং যাহারা বিষম-প্রকৃতিক পরমাণু-দিগের সংযোগ দ্বারা জন্মে তাহাদিগকে মিশ্র-পদার্থ কহে। যদি পরমাণু সর্ব্ব সমেত পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার হয়, তবে ভৌতিক পদার্থও পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার হইবে। কিন্তু মিশ্র-পদার্থের সঙ্খ্যার পরিসীমা নাই। যেহেতু ঐ

পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার পরমাণুর মধ্যে ভিন্ন২ প্রকার যত গুলি একত্রিত হইবে. ততই বিভিন্ন রূপ মিশ্র-পদার্থের উৎপত্তি হইবে—আবার ঐ সকলের পরস্পর পরিমাণের তারতম্যও ভিন্ন২ পদার্থের উৎপাদক হইবে। এই সমুদায় ব্যাপার এস্থলে সবিস্তাররূপে বলিবার যোগ্য নহে, ক্রমশঃ কিঞ্চিৎ২ বলা যাইতেছে।

পারদ একটি ভৌতিক পদার্থ। অতএব উহার সকল পরমাণুই এক-প্রকৃতিক, কেবল পরস্পর নিকটবর্ত্তী হওয়াতে যোগাকর্ষণ গুণে বদ্ধ হইয়া আছে। যদি ঐ পারদ-পরমাণু সকলের সহিত অন্য কোন প্রকার পরমাণুর যোগ না হয়, তবে আমরা ইহাতে কোন রাসায়নিক কার্য্য অনুভব করিতে পারি না, এবং ঐ পারদেরও কদাপি কোন বিকার ঘটে না।

সেইরূপ গন্ধকও একটি ভৌতিক পদার্থ। গন্ধকের মধ্যে গন্ধক-পরমাণু বই আর কোন প্রকার পরমাণু নাই। সুতরাং অন্য দ্রব্যের সংযোগ ব্যতিরেকে এই গন্ধকেরও কোন বিকৃতি ঘটিতে পারে না। কিন্তু যদি পারদ এবং গন্ধককে একত্রিত করিয়া যথোচিত রূপে মর্দ্দন করা যায়, তবে ঐ পারা ও গন্ধক স্বস্বপ্রকৃতি পরিত্যাগ পূর্ব্বক মিলিয়া কজ্জলী হইবে। সেই কজ্জলীতে ঐ পারদ এবং গন্ধক পরমাণু এমত সন্নিবেশিত হইয়া যাইবে যে, অতি উত্তম অণুবীক্ষণ দিয়া দেখিলেও পারদ এবং গন্ধককে স্বতন্ত্র রূপে দেখা যাইবে না।

আবার যদি ঐ কজ্জলীতে তাপ দেওয়া যায়, তবে তাহার পারদ এবং গন্ধক রাসায়নিক আকর্ষণ প্রভাবে উভয়ে মিলিয়া হিঙ্গুল হইবে। সেই হিঙ্গুলেও পারা এবং গন্ধক স্বতন্ত্র দেখা যাইবে না।

কিন্তু, যেমন পারদ এবং গন্ধক সংযোগে হিঙ্গুল উৎপন্ন হয়, তেমনি প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা ঐ হিঙ্গুলকে বিযুক্ত করিয়া তাহা হইতে গন্ধক এবং পারা বাহির করিতে পারা যায়। তাহার রীতি এই প্রকার। পারার পরমাণুর সহিত গন্ধকের পরমাণুর যেমন আকর্ষণ, যদি গন্ধকের বা পারার সহিত অন্য কোন দ্রব্যের তদপেক্ষা অধিক আকর্ষণ থাকে, তবে সেই দ্রব্য যোগ করিলে তাহার সহিত পারা বা গন্ধক আসিয়া মিলিত হয়, সুতরাং অপরটি বিযুক্ত হইয়া পড়ে। লৌহের সহিত গন্ধকের যেমন সম্বন্ধ পারার সহিত তেমন নয়, এই জন্য হিঙ্গুল হইতে পারা বাহির করিতে হইলে হিঙ্গুল এবং লৌহ চূর্ণকে একত্রিত করিয়া অগ্নির উত্তাপ দিলেই পারা স্বতন্ত্র হয় এবং গন্ধক লৌহের সহিত মিলিত হইয়া আর একটি মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন করিয়া থাকে— তাহার নাম দ্ব্যম্ল* গন্ধক-লৌহ।

দুই প্রকার দুইটি পরমাণুর পরস্পর রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা যে রূপে একটি ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হয়, তাহা লিখিত হইল। এক্ষণে ঐ প্রকার পরমাণুর কক্ষ

* অম্লকর বায়ুর দুই ভাগ বায়ু হইতেই আইসে। ১ ঐ

প্রকারের একটি এবং অপর প্রকারের দুইটি বা তিন-টির যোগেও যে রূপে ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হইয়া থাকে তাহা জ্ঞাত হওয়া আবশ্যক। এবং তাহা হইলেই কেবল পঞ্চ যষ্টি প্রকার পরমাণুর পরস্পর যোগে কি প্রকারে এতাদৃশ বিচিত্র জগৎ সৃষ্ট হইয়াছে তাহাও বোধ হইতে পারিবে। অম্লকর-বায়ু বলিয়া এক প্রকার ভৌতিক পদার্থ আছে, তাহার এক ভাগের সহিত যদি গন্ধকেরও এক ভাগ মিলিত হয়, তবে একাম্ল-গন্ধক-দ্রাবক বলিয়া এক পদার্থ উৎপন্ন হয়, যদি গন্ধক এক ভাগ এবং অম্লকর বায়ু দুই ভাগ মিলিত হয়, তবে দ্ব্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত হয়—ইহার গুণ পূর্ব্বোক্ত একাম্ল-গন্ধক দ্রাবক হইতে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র। অপরন্তু তিন ভাগ অম্ল-কর বায়ু এবং এক ভাগ গন্ধক একত্রিত হইলে ত্র্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবক, অথবা মহা-দ্রাবক জন্মে। ইহাও পূ-র্ব্বোক্ত দুই প্রকার দ্রাবক হইতে সর্ব্বতোভাবে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত—ইহাই স্পষ্টার্থ নিম্ন ভাগে সংকেতে লিখিত হইল।

একাম্ল-গন্ধক-দ্রাবক।	দ্ব্যম্ল-গন্ধক দ্রাবক।	ত্র্যম্ল-গন্ধক বা মহা-দ্রাবক।
(গ) (অ)	(গ) (অ) (অ)	(গ) (অ) (অ) (অ)

কিন্তু এই প্রকার মিশ্রণ যথেচ্ছাক্রমে হইতে পারে ইহারও নির্দ্দিষ্ট নিয়ম আছে। পারা এবং গন্ধকে

হিঙ্গুল হয় বটে, কিন্তু যত ইচ্ছা হয় তত পারা এবং যত ইচ্ছা হয় তত গন্ধক দিলেই কিছু দুইয়ের পরিমাণ যত, তত হিঙ্গুল হইবে না। ১০০ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক একত্রিত করিয়া জ্বাল দিলেই ১১৬ তোলা হিঙ্গুল হইবে। যদি ১০১ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক দেওয়া যায় তবে ঐ এক তোলা পারা অবশিষ্ট রহিয়া যাইবে, হিঙ্গুলের সহিত মিশ্রিত হইবে না। সেইরূপ যদি ১৭ তোলা গন্ধক দেওয়া যায়, তবে ১ তোলা গন্ধক অবশিষ্ট থাকিবে।

যেমন দুইটী ভৌতিক পদার্থের নির্দ্দিষ্ট পরিমাণানুসারে সংযোগ হইলে এককটি স্বতন্ত্র২ মিশ্র-পদার্থ জন্মে, সেইরূপ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণানুসারে তিনটি ভৌতিক পদার্থের সংযোগ দ্বারাও ভিন্ন২ মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়। যথা, চিনিতে ৬ ভাগ অঙ্গার,* ৫ ভাগ অম্লকর বায়ু এবং ৫ ভাগ জলকর বায়ু একত্রিত আছে। জলকর-বায়ু, অঙ্গার এবং অম্লকর-বায়ু ইহারা প্রত্যেকে পূর্ব্বোক্ত পঞ্চ-ষষ্টি প্রকার ভৌতিক পদার্থের মধ্যে গণ্য। অতএব চিনি একটী মিশ্র-পদার্থ।

এই প্রকার চারি পাঁচ বা তদধিক ভৌতিক পদার্থের বিশেষ২ পরিমাণানুসারে সংযোগ হওয়াতে নানা প্রকার মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়। পরন্তু যেমন ভৌতিক পদার্থের পরস্পর সংযোগ হয়, তেমনি মিশ্র পদার্থেরও

* অঙ্গারের ইংরাজী নাম কার্ব্বন্।

সংযোগ হইয়া থাকে, এবং তৎকর্ত্তৃক অনেক যৌগিক-মিশ্র পদার্থ জন্মে। এবম্প্রকারে দ্বি-মিশ্র ত্রি-মিশ্র, চতু-র্মিশ্র প্রভৃতি পদার্থের উৎপত্তি হয়।

কোথাও২ এমত হয় যে দুইটি বা তিনটি মিশ্র-পদার্থ একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে কাহার ভৌতিক পদার্থের সহিত অপর কাহার ভৌতিক পদার্থের রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক থাকাতে এবং কাহার সহিত সেইরূপ আকর্ষণ অধিক না থাকাতে কোন একটি মাত্র মিশ্র-পদার্থ না জন্মিয়া দুইটি বা তিনটি ভিন্ন২ মিশ্র-পদার্থ জন্মে। মহা-দ্রাবক* বা ত্র্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত করণে দ্ব্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবক† এবং পঞ্চাম্ল-যবক্ষার-দ্রাবক‡ এই দুই মিশ্র-পদার্থ সংযুক্ত করিতে হয়। দ্ব্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবকে এক ভাগ গন্ধক এবং দুই ভাগ অম্ল-কর-বায়ু আছে, পঞ্চাম্ল-যবক্ষার দ্রাবকে এক ভাগ যবক্ষার-জনক-বায়ু এবং পাঁচ ভাগ অম্ল-কর-বায়ু আছে। কিন্তু ঐ দুই পদার্থ একত্রিত হইলে দ্ব্যম্ল-গন্ধক-স্থিত গন্ধক, পঞ্চাম্ল-যবক্ষার-স্থিত পাঁচ ভাগ অম্লকর-বায়ুর এক ভাগকে আকর্ষণ করিয়া লয়,—গন্ধক পঞ্চ ভাগ সমুদয় অম্লকর-বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না। ঐ ভাগ লইলেই দ্ব্যম্ল-গন্ধক-দ্রাবকটী ত্র্যম্ল-গন্ধক বা মহা-দ্রাবক

---

* ইংরাজি সলফুরিক্ আসিড্।

† ইংরাজি সলফুরস আসিড্।

‡ ইংরাজি নাইট্রিক আসিড্।

হইয়া উঠে, কিন্তু পঞ্চাম্ল-যবক্ষার-দ্রাবকের এক ভাগ অম্ল-কর-বায়ু নিঃসৃত হইয়া যাওয়াতে সে আপনার পূর্ব্ব ধর্ম্ম এবং পূর্ব্ব নাম পরিত্যাগ করিয়া চতুরম্ল-যবক্ষার-দ্রাবক* হইয়া থাকে—স্পষ্টার্থ নিম্নভাগে সঙ্কেতে লিখিত হইল।

অ অ		অ অ অ অ অ		অ অ অ		অ অ অ অ
○ ○	+	○ ○ ○ ○ ○	=	○ ○ ○	+	○ ○ ○ ○
○ গ		○ য		○ গ		○ য

পূর্ব্বে যাহা২ কথিত হইল তদ্দ্বারা রাসায়নিক আকর্ষণের এই প্রকৃতি বোধ হইয়া থাকিবে যে, ইহার প্রভাবে পরমাণু সকল পরস্পর মিলিত হইয়া ভিন্ন ধর্ম্ম প্রাপ্ত হয়, আর এই আকর্ষণ বিভিন্ন প্রকৃতি পরমাণুদিগের মধ্যেই দৃষ্ট হয়: কিন্তু কোন প্রকার পরমাণু কাহাকে অধিকতর আকর্ষণ করে কাহাকে তদপেক্ষা অল্প বলে আকর্ষণ করে। অপিচ, ইহাও বোধ হইয়া থাকিবে যে, ঐ সকল পরমাণুর মিশ্রণে নির্দ্দিষ্ট ভাগ-পরিমাণ আছে, সুতরাং সেই পরিমাণের আধিক্য বা অল্পতা হইলে এই আকর্ষণের কার্য্য হয় না। অপরন্তু এ স্থলে ইহাও জ্ঞাত হওয়া আবশ্যক যে, রাসায়নিক আকর্ষণ হইলেই তাপ নির্গত বা অন্তর্হিত হইয়া থাকে।

* ইংরাজি নাইট্রস আসিড্।

ষষ্ঠ অধ্যায়।

মাধ্যাকর্ষণে এবং যোগাকর্ষণে বিশেষ কি?—রাসায়নিক আকর্ষণে এবং যোগাকর্ষণে বিশেষ কি?—পরমাণুর অসন্নিকর্ষণ দ্বারা যোগাকর্ষণের হ্রাস কি রূপে হয়?—তাপ সংযোগে যোগাকর্ষণের কিরূপে হ্রাস হয়?।

কোন পাত্রে জল রাখিয়া দেখ, যদি তাহাতে জল ঢালিবার সময় বুদ্‌বুদ জন্মিয়া থাকে, তবে তাদৃশ দুইটি বুদ্‌বুদ কেমন অল্পে২ পরস্পর নিকটবর্ত্তী হয়, নিকটবর্ত্তী হইয়া ক্ষুদ্রটী কিঞ্চিৎ কাল বৃহৎটীর গাত্রস্পর্শ করিয়া থাকে, অল্প ক্ষণ পরেই ঐ ক্ষুদ্রটীর যে দিক্ বৃহৎটীর গাত্রস্পর্শ করিয়াছে, সেই দিক্ ক্রমশঃ বিস্তৃত হয়, এবং বিস্তৃত হইয়, পরে দুইটীতে মিলিয়া এক হইয়া যায়। এই কার্য্যে মাধ্যাকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণ উভয় শক্তিরই প্রকৃতি অনুভূত হইতেছে। যে গুণ দ্বারা ঐ দুই বুদ্‌বুদ পরস্পর অন্তর থাকিয়াও ক্রমেং নিকটবর্ত্তী হইতে লাগিল তাহাকে উহাদিগের মধ্যাকর্ষণ বলা যায়, এবং যদ্দ্বারা তাহারা এক বার সংলগ্ন হইয়া উভয়ে মিলিত হইয়া গেল, তাহাকে যোগাকর্ষণ কহে।

বস্তু সমস্ত পরস্পর অতি সন্নিকৃষ্ট হইলেই যোগাকর্ষণ শক্তি আপনার প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে। দূর-

শ্রিত দ্রব্য দ্বয়ের মধ্যে ইহার কার্য্য-কারিতা দৃষ্ট হয় না। বিষম প্রকৃতিক বিশেষ২ পরমাণু সকলের যে আকর্ষণ তাহাকে যেমন রাসায়নিক আকর্ষণ কহে, তেমনি সম বা বিষম প্রকৃতিক পরমাণু মাত্রের যে পরস্পর আকর্ষণ তাহাকেই যোগাকর্ষণ কহা যায়। রাসায়নিক আকর্ষণ না থাকিলে গন্ধকে এবং পারদে মিলিয়া কখন হিঙ্গুল হইতে পারিত না, কিন্তু যোগাকর্ষণ না থাকিলে গন্ধক পরমাণু সকল বা পারদ পরমাণু সকল কখন একত্রিত থাকিত না। অতএব রাসায়নিক আকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণে প্রভেদ এই যে, যোগাকর্ষণ দ্বারা অনেক গুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে, রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা উহারা এমত মিশিয়া যায় যে, তাহাদিগের পূর্ব্ব প্রকৃতি থাকে না।

ফলতঃ যেমন, সকল জড় পদার্থই অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি—তেমনি সেই পরমাণু সমস্তের সমষ্টীকরণ বন্ধনের নামই যোগাকর্ষণ। সুতরাং যদি সেই বন্ধন না থাকে তবে পরমাণুগণ কিজন্য পরস্পর সংযুক্ত থাকিবে? যে পরিমাণে তাহাদিগের বন্ধন শিথিল হইবে তৎপরিমাণেই তাহাদিগের পরমাণু সকল স্বতন্ত্র২ হইয়া যাইবে। যদি পার্থিব পরমাণু সমস্ত কোন কারণে এক্ষণ অপেক্ষা শিথিল-বন্ধন হয়, তবে এই প্রকাণ্ড জড়পিণ্ড পৃথিবী ক্রমেং স্ফীত হইয়া আরও অধিক স্থান ব্যাপক এবং সুতরাং জলবৎ তরল হইয়া থাকে। যদি ইহার পর-

মাণু সমস্তের যোগাকর্ষণ শক্তি আরও হ্রস্ব হয়, তবে সেই প্রকাণ্ড তরল-রাশি তদপেক্ষাও অসন্নিকৃষ্ট-পরমাণু হইয়া অতি প্রকাণ্ড বাষ্প রাশির ন্যায় অনুভূত হইবে। এই রূপে ক্রমে২ যোগাকর্ষণ শক্তি সর্ব্বতোভাবে বিনষ্ট হইলে, আর সেই রূপ বাষ্পরাশিও থাকিবে না। পরমাণু সমস্ত দিগ্দিগন্তরে প্রস্থান করত অনন্ত আকাশে ব্যাপ্ত হইতে থাকিবে।

কিন্তু পৃথিবীস্থ সমুদায় পরমাণুর ঐ প্রকারে যোগাকর্ষণ-গুণ পরিত্যাগ হওয়া যদিও কেবল অনুভব-সিদ্ধ মাত্র হয়, এবং কোন রূপেই প্রত্যক্ষ হইবার নহে, তথাপি অত্রস্থ কোন২ দ্রব্যের খণ্ড লইয়া প্রক্রিয়া দ্বারা তাদৃশ ব্যাপার এক প্রকার পরীক্ষা করিয়া বুঝিতে পারা যায়। দেখ, এই ইষ্টক খণ্ড কেমন দৃঢ় এবং কঠিন রহিয়াছে। কিন্তু ইহা বহু সংখ্যক পরমাণুর সমষ্টি, সুতরাং ইহার কাঠিন্যের কারণ সেই পরমাণুদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ মাত্র বলিতে হইবে। যদি ঐ সকল পরমাণুর যোগাকর্ষণ হ্রস্ব করিবার ইচ্ছা হয়, তবে তাহারা পরস্পর যত নিকটবর্ত্তী আছে, তাহা না থাকিতে দিলেই কার্য্য সিদ্ধ হইতে পারে। যেহেতু যোগাকর্ষণের ধর্ম্মই এই যে, উহা পরস্পর অতি সন্নিকৃষ্ট পরমাণু সমস্তের মধ্যেই আপন প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে। ইষ্টকের যোগাকর্ষণ হ্রস্ব করিলে ইষ্টক-চূর্ণ প্রস্তুত হয়। কিন্তু ঐ যে চূর্ণ প্রস্তুত হইল তাহার অতি সূক্ষ্মতম রেণুও বাস্তবিক

পরমাণু নহে, তাহারও এক একটী বহু পরমাণুর সমষ্টি। উহাদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ বিনাশ করা যায় নাই—এবং তাহা যায় নাই বলিয়াই ঐ ইষ্টক-চূর্ণ জলবৎ তরল হয় নাই। কিন্তু যে পর্য্যন্ত হইয়াছে তাহাতেই উহার প্রকৃতি অনেক অংশে তরল পদার্থের প্রকৃতির সদৃশ দেখা যাইতেছে। দেখ, ইষ্টক খানি হাত হইতে ফেলিলে যে রূপে একেবারে পড়িত, ইহা আর সেই রূপে পড়ে না, প্রত্যুত জলের মত নিঃসৃত হইয়া ক্রমে২ পতিত হয়। ইষ্টক খানি কোন পাত্রের উপর রাখিলে তাহার কোন স্থান ঐ পাত্রের তলভাগ স্পর্শ করিয়া থাকিত, আর কোন স্থান স্পর্শ করিত না এবং তাহার উপরিভাগও সেই রূপ বন্ধুর থাকিত। ইষ্টক-চূর্ণের আর সেই রূপ হয় না। বরং যেমন জল গ্লাসে ঢালিতে২ একেবারে সেই গ্লাসের সর্ব্বস্থান ব্যাপক হয়, ঐ চূর্ণও প্রায় সেই রূপ হইয়া থাকে। অপিচ, ইষ্টকের মধ্যে অঙ্গুলি প্রবিষ্ট করিতে পারা যায় না, জলে পারা যায়, আর ঐ চূর্ণেও পারা যায়। পুনশ্চ, জলে অঙ্গুলি প্রবেশ করিয়া দিলে যেমন জল উচ্ছ্বসিত হইয়া পড়ে, ঐ চূর্ণেও অবিকল সেই প্রকার হয়। আর জল অঙ্গুলিতে লাগে অর্থাৎ অঙ্গুলিকে আর্দ্র করে, ঐ চূর্ণও সেই রূপ অঙ্গুলিতে লাগে। যদি ইষ্টকের প্রত্যেক পরমাণুকে পৃথক২ করিয়া বিভাগ করা যাইতে পারিত, তবে জলের যেমন বিন্দু হয় এই চূর্ণেরও সেই রূপ হইত।

কিন্তু কর্ত্তন পেষণ চাপন প্রভৃতি যে সকল ক্রিয়াদ্বারা বস্তুর যোগাকর্ষণ বিনাশ করা যায়, সে সকল অপেক্ষায় তাপ সংযোগ অধিক কার্য্যকারী। তাপ এবং যোগাকর্ষণ ইহাদিগের পরস্পর বৈর সম্বন্ধ। কোন জড় পদার্থে অধিক তাপ দিলেই তাহার পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাকর্ষণ শিথিল হইয়া যায়। দেখ, সুবর্ণ কেমন কঠিন, কিন্তু উহাতেও যথোচিত পরিমাণে তাপ সংযোগ করিলে উহা জলবৎ তরল হইয়া যায়। যদি তদপেক্ষা আরও অধিক তাপ দেওয়া যায়, তবে ঐ তরল-সুবর্ণ বাষ্প রূপ ধারণ করিতে পারে।

অতএব দ্রব্য মাত্রের যে কাঠিন্য বা তারল্য, অথবা বায়বীয় ভাব তাহা কেবল যোগাকর্ষণেরই তারতম্যের ফল। দৃঢ় করিয়া বন্ধন করিলে যেমন তৃণের গুচ্ছ কঠিন হয়, শিথিল বন্ধন করিলে যেমন সেই গুচ্ছ তাদৃশ শক্ত হয় না—তৃণ গুলি অল্পং সরিতে পারে—সেই প্রকার দ্রব দ্রব্যের পরমাণু সমস্ত শিথিল ভাবে বদ্ধ এবং কঠিন পদার্থের পরমাণু সকল তদপেক্ষা দৃঢ়তর রূপে সম্বন্ধ। অতএব যেমন যোগাকর্ষণ হ্রস্ব করিয়া কঠিন সামগ্রী সমুদায়কে তরল করা যায়, তেমনি যদি যোগাকর্ষণ বৃদ্ধি করিবার কোন উপায় থাকে তবে বায়বীয় পদার্থকে তরল এবং তরল দ্রব্যকে কঠিন করা যাইতে পারে। ফলে তাহাই হয়। কতক গুলি বালুকা রেণুকে লইয়া যদি মুষ্টির মধ্যে দৃঢ়তর রূপে চাপ দেওয়া যায়, তবে

ঐ সমস্ত রেণু পরস্পর নিকটবর্ত্তী হওয়াতে বর্দ্ধিত যোগাকর্ষণ হইয়া পিণ্ডাকার ধারণ করে। কিন্তু তাদৃশ পিণ্ড কদাপি সুদৃঢ় হয় না। তাহার কারণ, সামান্য চাপ দ্বারা আমরা ঐ সমস্ত বালুকা রেণু সমস্তকে যথেষ্ট সন্নিকৃষ্ট করিতে পারি না। যদি কোন যন্ত্র দ্বারা অধিক বলে চাপ দেওয়া যায়, তাহা হইলে বারুদের গুঁড়ার যে প্রকার কঠিন পিষ্টক প্রস্তুত হয়, অথবা নীলের বড়ি যে প্রকার দৃঢ় হয়, ঐ বালুকাও সেই রূপ হইতে পারে।

কিন্তু যেমন তাপ দ্বারা পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাকর্ষণ হ্রস্ব হয়, সেই রূপ কোন দ্রব্য হইতে তাপ বিনির্গত করিতে পারিলেই ঐ যোগাকর্ষণ-শক্তি বর্দ্ধিত হইতে পারে। দেখ জল অতি তরল পদার্থ, যদি ইহার অন্তর্গত তাপভাগ অনেক বিনির্গত হইয়া যায়, তবে ইহা কঠিন হইয়া বরফ্ হয়। বাষ্প, বায়বীয় পদার্থ কিন্তু ঘন হইলে উহাই জল হয়।

যদি বল, দ্রব্য সকল পরস্পর সন্নিকৃষ্ট হইলেই যদি তাহাদিগের যোগাকর্ষণ অধিক হয়, তবে যে দুইটী দ্রব্য হউক উপর্য্যুপরি সংস্থিত হইলেই উভয়ে সংযুক্ত হয় না, কেন ?। ইহার উত্তর এই যে, সকল বস্তুই বন্ধুর। কেহই সর্ব্বতোভাবে সমতল নহে। অনুবীক্ষণ দ্বারা দেখিলেই প্রমাণ হয়, যে সকল দ্রব্য অত্যন্ত মসৃণ বলিয়া প্রসিদ্ধ আছে, তাহারাও বস্তুতঃ অত্যন্ত বন্ধুর। এই

হেতু দুইটী দ্রব্য উপরে উপরে রাখিলেও তাহাদিগের অতি অল্প ভাগ মাত্র পরস্পর সন্নিকৃষ্ট হইয়া থাকে। কিন্তু যে খানে দুই দ্রব্যের অধিকাংশ বাস্তবিক সন্নিকৃষ্ট হয়, তথায় যোগাকর্ষণের কার্য্য-কারিতা অবশ্য প্রতীয়-মান হইবে। এক খানি পীড়া জলের উপর ভাসমান করি-য়া দিয়া একেবারে তাহার দুই ধার ধরিয়া তুলিতে গেলে কেমন বল প্রকাশ করিতে হয়! জল যেন ঐ কাষ্ঠপীঠের সকল স্থান আঠা দিয়া বান্ধিয়া রাখিয়াছে এমত অনুভব হইতে থাকে! দুইটা পয়সার মধ্যে কিঞ্চিৎ জল বা তৈল দিয়া তাহাদিগের বন্ধুরত্ব মোচন করত যদি উপরে২ বসাইয়া দেওয়া যায়, তবে তাহারা যোগাকর্ষণ গুণে এমত সম্বদ্ধ হয় যে, একটি পয়সা ধরিয়া একেবারে দুইটীকেই উত্তোলন করা যাইতে পারে।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, কোন দ্রব্যের পরমাণু যো-গাকর্ষণ গুণে দৃঢ়রূপে সম্বদ্ধ না হইলেই উহা আপনা হইতে গোলাকার ধারণ করে। বৃষ্টির জল ফোটা২ হইয়া পড়ে; অশ্রু জল গলিত হইয়া বিন্দুরূপে নির্গত হয়; রাত্রি নীহার প্রাতে মুক্তার ন্যায় দেখায়; মিঠাই-য়ের বুঁদি সমস্ত এবং দ্রব সীসকের ছিটা গুলি সকল এই জন্য গোল হয়—আর পৃথিব্যাদি গ্রহগণ এই কারণেই গোলাকার ধারণ করিয়া আছে।

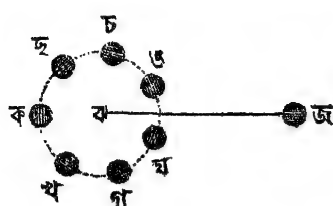
সপ্তম অধ্যায়।

[মাধ্যাকর্ষণ কি?—এই আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ হইয়াছে কেন?—ইহা কিহেতু দূরেও কার্য্যকারী হয়?—কত দূরে ইহার কেমন বল থাকে?]

পূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে, যে গুণ দ্বারা পরস্পর বিভিন্ন প্রকার পরমাণু গুলি মিলিত হইয়া একটী স্বতন্ত্র পদার্থের উৎপত্তি করে, তাহার নাম রাসায়নিক আকর্ষণ—আর যে গুণ থাকাতে একাধিক পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে পরস্পর বিচ্ছিন্ন হইয়া না পড়ে, তাহার নাম যোগাকর্ষণ; কিন্তু বৃহৎ২ পরমাণু-সমষ্টিদিগের পরস্পর যে আকর্ষণ তাহাকে মাধ্যাকর্ষণ নামে উক্ত করা হইয়াছে।

শেষোক্ত আকর্ষণকে মধ্যাকর্ষণ বলিবার তাৎপর্য্য এই যে, অনেক গুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া যে আকর্ষণ করে তাহা ঐ পরমাণু সমষ্টির মধ্যস্থল হইতে কার্য্যকারী হইতেছে এমত অনুভব হয়। ইহার বিশেষ বিবরণ স্থানান্তরে প্রকাশিত হইবে। এই ক্ষণে এই মাত্র বক্তব্য যে, দুই তিন বা তদধিক ভিন্ন২ আকর্ষণ একেবারে উপস্থিত হইলে তাহাদিগের কার্য্য ভিন্ন২ দিকে না হইয়া এক দিকেই হয়। যেমন এক ব্যক্তিকে দুই বা তিন জনে

একেবারে ধরিয়া ভিন্ন২ দিকে টানিলে সেই ব্যক্তির গতি, উহাদিগের মধ্যে কোন এক জনের দিকে পৃথক্-রূপে না হইয়া সকলেরি মধ্য স্থলে হয়; পরমাণুদিগের আকর্ষণেও ঠিক তদ্রূপ ঘটে। ইহা স্পষ্টরূপে বুঝিবার জন্য নিম্ন ভাগে প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল।



এই স্থলে 'ক' 'খ' 'গ' 'ঘ' 'ঙ' 'চ' 'ছ' এই সাতটী পরমাণু 'জ' নামক অপর একটী পরমাণুকে আকর্ষণ করিতেছে 'ক'য়ের আকর্ষণে 'জ' 'ক'য়ের দিকে যাইতে চাহে, কিন্তু 'খ'এর আকর্ষণে উহাকে 'খ'এর দিকে আসিতে হয়; এই রূপ 'গ'এর আকর্ষণে 'গ'এর দিকে এবং 'ছ'এর আকর্ষণে 'ছ'এর দিকে যাইতে হয়। সুতরাং সকল গুলির আকর্ষণ মিলিয়া 'জ'কে 'ঝ'এর অভিমুখে নীত করে। 'ঝ' স্থানে কোন পরমাণু না থাকিলেও 'জ'এর গতি ঐ স্থানের অভিমুখেই হয়। সুতরাং এমত বলা যাইতে পারে যে, 'ক' 'খ' প্রভৃতি সকল পরমাণুর আকর্ষণ যেন তাহাদিগের সকলের মধ্যবর্ত্তী 'ঝ' স্থান হইতেই কার্য্য-কারী হইতেছে। এই রূপ হয় বলিয়াই এই আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ।

যোগাকর্ষণ যেমন পরমাণু সকল পরস্পর অতি সন্নিকৃষ্ট হইলেই আপনার প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে,

মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতি সেরূপ নহে। মাধ্যাকর্ষণ-শক্তি দূরেও কার্য্যকারী হয়। না হইবেই কেন? আকর্ষণ-শক্তি সকল পরমাণুরই প্রাকৃতিক ধর্ম্ম। সকল পরমাণুই সকল পরমাণুর সহিত আকর্ষণ রূপ সূত্র দ্বারা সম্বদ্ধ আছে। সুতরাং যে খানে তাহারা অনেকে একত্রিত হয় অবশ্য চতুর্দ্দিকস্থ সকল পরমাণুই সেই অভিমুখে আকৃষ্ট হইবে। একটী পরমাণুর আকর্ষণ কখনই অধিক দূর হইতে কার্য্যকারী হইতে পারে না,—কিন্তু উহারা অনেকে একত্রিত হইলে অবশ্যই দূর হইতেও উহাদিগের কার্য্য অনুভূত হইতে পারে। এই রূপ বিবেচনা করিলে যোগাকর্ষণ এবং মাধ্যাকর্ষণ বস্তুতঃ বিভিন্ন বলিয়া বোধ হয় না। একটী পরমাণুর আকর্ষণ অল্প, দুইটীর তদপেক্ষা অধিক, তিনটীর আরও অধিক—এই রূপে যে বস্তু যত অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার আকর্ষণও তত অধিক, সুতরাং তত অধিক দূর হইতে কার্য্যকারী হইয়া থাকে।

কিন্তু ইহাও সহজেই প্রতীয়মান হইতেছে যে, ঐ আকর্ষণ যত দূর হইতে হইবে ততই উহার বল ক্রমশঃ হ্রসমান হইয়া যাইবে। তদ্বিষয়ে পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়াছেন যে, মাধ্যাকর্ষণের হ্রাস দূরত্বের বর্গানুসারে হইয়া থাকে। অর্থাৎ এক হাত দূরে কোন দ্রব্য অপর দ্রব্যকে যত আকর্ষণ করে দুই হাত অন্তরে উহার আকর্ষণ তাহার অর্দ্ধেক না হইয়া দুইয়ের বর্গ যে

চারি সেই চারি ভাগের এক ভাগ হইবে—৩ হাত অন্তরে, তিনের বর্গ যে নয় সেই নয় ভাগের এক ভাগ হইবে—৪ হাত অন্তরে, ষোল ভাগের এক ভাগ হইবে, ইত্যাদি।

পূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে, যে দ্রব্য যত অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার মাধ্যাকর্ষণ-শক্তিও তত অধিক। সুতরাং পৃথিবী ইহার সমীপবর্ত্তী সর্ব্ব বস্তু অপেক্ষা অনেক বৃহৎ বলিয়া তাদৃশ অন্য কোন পদার্থেরই মাধ্যাকর্ষণ আমাদিগের স্পষ্ট প্রত্যক্ষ গোচর হয় না। পৃথিবীর সকল বস্তু তাহার প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণের বশবর্ত্তী হইয়া স্ব২ স্থানে অবস্থিত আছে ইহাই বিলক্ষণ প্রতীয়মান হয়। কিন্তু তাহা বলিয়া লোষ্ট্র-খণ্ড, বৃহৎ অট্টালিকা, গণ্ড শৈল বা পর্ব্বত-শ্রেণী ইহারা যে মাধ্যাকর্ষণ-শক্তি বিরহিত এমত নহে। তবে যে উহারা আপন২ সমীপস্থ দ্রব্যাদি সমস্তকে টানিয়া লইতে পারে না, পৃথিবীর প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণ-শক্তির প্রতিবন্ধকতাই তাহার এক মাত্র কারণ। দুইটি শিশুকে যদি কোন বলবান্ ব্যক্তি দুই হস্তে ধরিয়া রাখে, তাহা হইলে ঐ শিশু দ্বয় পরস্পর নিকটবর্ত্তী হইবার চেষ্টা করিলেও যেমন কৃতকার্য্য হইতে পারে না, সেই রূপ পৃথিবীস্থ সকল দ্রব্যেরই পরস্পর মাধ্যাকর্ষণ উক্তরূপ কারণ বশতঃ কার্য্য সাধনে অক্ষম হইয়া ব্যর্থ-প্রায় হইয়া থাকে। কিন্তু কোন২ স্থলে অন্যান্য-দ্রব্যেরও মাধ্যাকর্ষণ প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। কোন নির্ব্বাত স্থলে যদি এক পাত্র জলে দুই

খণ্ড শোলা ভাসাইয়া রাখা যায়, তবে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, ঐ শোলা দুই খানি ক্রমেং পরস্পর নিকট-বর্ত্তী হইতেছে। পর্ব্বত শিখর হইতে যদি ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দেওয়া যায়, তবে সেই দড়ি পর্ব্বত কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া তদভিমুখে কিঞ্চিৎ গমন করে, ঠিক্ সরল রেখা ক্রমে লম্বমান হইয়া পৃথিবী স্পর্শ করে না। দুইটী জল বিন্দু কোন অতি মসৃণ পাত্রে পরস্পর সন্নি-কৃষ্ট করিয়া রাখিলে, তাহারাও অনতি বিলম্বে মিলিত হইয়া যায়। আর দেখ, পৃথিবী বৃহৎ বলিয়া উহাতে অন্য বস্তুর আকর্ষণ কার্য্যকারী হয় না, কিন্তু তদ্বৎ বৃহৎ-পিণ্ড চন্দ্র সূর্য্যাদির মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পৃথিবীস্থ সমুদ্রের জল কখনং উহাদিগের অভিমুখে গমন করে, তাহাতেই 'জোয়ার' হয়। অতএব পরমাণু সমষ্টি মাত্রে-রই মাধ্যাকর্ষণ-শক্তি সপ্রমাণ হইল।

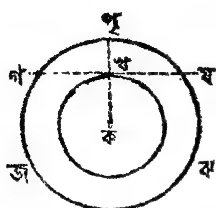
এই ক্ষণে, পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে যেং কার্য্য হয় তাহার কএকটীর উল্লেখ করা যাইতেছে। প্রথমতঃ পৃথিবীর আকর্ষণ গুণে সকল দ্রব্যই স্বং স্থানে অবস্থিত থাকে। নচেৎ, সকলেই পরস্পর মাধ্যাকর্ষণের বশী-ভূত হইয়া একত্রিত হইত। দ্বিতীয়তঃ যেমন দুই খানি শোলা জলে ভাসাইয়া দিলে তাহারা পরস্পর সংলগ্ন হয়, তেমনি কোন দ্রব্য পৃথিবীর নিকটবর্ত্তী হইলেই সে এবং পৃথিবী উভয়ে পরস্পর সংলগ্ন হয়; কিন্তু পৃথিবী অতি বৃহৎ বলিয়া ইহা যে ঐ ক্ষুদ্র দ্রব্যের অভিমুখে

যায় তাহা অনুভব হয় না—পরন্তু সকল সামগ্রীই পৃথিবীতে পড়িতেছে, অর্থাৎ ইহার মধ্যাভিমুখগামী হইতেছে, দেখিতে পাওয়া যায়। অপিচ, যখন পূর্ব্বোক্ত দুই খানি শোলা পরস্পর নিকটবর্ত্তী হইতে থাকে, তখন যেমন তাহাদিগের দুইটার একটীকে এক গাছি কেশ বা তাদৃশ কোন অল্প প্রতিবন্ধক দ্বারা নিবারণ করিয়া রাখা যায় না, সেই রূপ যখন কোন দ্রব্য পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে যাইতে থাকে, তখন বিশিষ্ট প্রতিবন্ধক ব্যতিরেকে তাহার বেগ নিবারিত হয় না। যে পরিমাণ বল দ্বারা উহার গমন নিবারণ হইতে পারে তাহাকেই ঐ দ্রব্যের 'ভার' কহে। অতএব পৃথিবীর মাধ্যাকার্ষণ না থাকিলে কোন দ্রব্যেরই ভার থাকিত না। ইহাতেই বোধ হইবে, দ্রব্যের ভার মাধ্যাকর্ষণের ফল; ইহা বস্তুর কোন স্বতঃসিদ্ধ ভিন্ন ধর্ম্ম নহে। যদি জগতে একটী বই দ্রব্য না থাকিত তাহা হইলে সেই দ্রব্যের কিছু মাত্র ভার থাকিত না।

অপিচ, যে দ্রব্য পৃথিবীর উপরে এক সের ভারী, কোন উচ্চ পর্ব্বতের অধিত্যকায় তাহার ভার এক সের অপেক্ষা ন্যূন হয়। তাহার কারণ পূর্ব্বেই বলা গিয়াছে, মাধ্যাকর্ষণ দূরত্বের বর্গানুসারে হ্রস্ব হইয়া থাকে*। আর যদি সেই দ্রব্য লইয়া ভূগর্ভ মধ্যে প্রবিষ্ট হওয়া

* পৃথিবী হইতে কোন দ্রব্যকে ঊর্দ্ধে লইয়া গেলে তাহার ভার কিরূপ লাঘব হয়, তাহা নিম্ন লিখিত অনুপাতানুসারে ক্রিয়া করিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে। 'ব্যা' যদি পৃথিবীর ব্যাস

যায় তাহা হইলেও উহার ভার অল্প হয়। ইহার কারণ নিম্ন-লিখিত চিত্র দর্শনে বিশেষরূপে বোধ হইবে।



'পৃ' চিহ্নিত ভূমণ্ডলের উপরিভাগে যে দ্রব্য সংস্থিত আছে, তাহা পৃথিবীর সকল পরমাণু কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া ইহার 'ক' চিহ্নিত কেন্দ্রাভিমুখগামী হইতেছে। কিন্তু যখন ঐ দ্রব্যকে ভূগর্ভ মধ্যে 'খ' স্থানে লওয়া যাইবে, তখন 'গঘ' রেখার ঊর্দ্ধ-স্থিত যাবৎ পরমাণু তাহারা উহাকে 'ক' নামক কেন্দ্রের অভিমুখে আকর্ষণ না করিয়া তাহার বিপরীত দিকে আকর্ষণ করিবে। সুতরাং 'খ' স্থানে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অধিক না হইয়া অনেক অল্প হয়—অর্থাৎ চিত্রের মধ্যবর্ত্তী ক্ষুদ্র গোল পিণ্ডটীর যে আকর্ষণ হইতে পারে তাহাই হয় তদধিক হয় না*। এই রূপ বিবে-

---

'মা' অর্থে মাইল-সংখ্যা এবং 'ম' অর্থে ব্যক্ত-মণ-পরিমাণ, আর 'ক' অব্যক্ত ভার হয়, তবে $\left(\frac{\text{ব্যা}}{২}+\text{মা}\right)^২ : \left(\frac{\text{ব্যা}}{২}\right)^২ = \text{ম} : \text{ক}$, অথবা পৃথিবীর ব্যাস পরিমাণ ৮০০০ মাইল ধরিয়া $(৪০০০+\text{মা})^২ : (৪০০০)^২ = \text{ম} : \text{ক} \therefore \text{ক} = \frac{(৪০০০)^২ \times \text{ম}}{(৪০০০+\text{মা})^২}$।

* কত নিম্নে গমন করিলে কত ভার থাকে তাহা এই নিয়মানুসারে প্রকাশিত হইবে। যথা : $\left(\frac{\text{ব্যা}}{২}\right)^৩ : \left(\frac{\text{ব্যা}}{২}-\text{মা}\right)^৩ = \text{ম} : \text{ক}$, অথবা $(৪০০০)^৩ : (৪০০০-\text{মা})^৩ = \text{ম} : \text{ক} \therefore \text{ক} = \frac{(৪০০০-\text{মা})^৩ \times \text{ম}}{(৪০০০)^৩}$।

চনা করিলে অবশ্যই বোধ হইবে যে. 'ক' স্থানে পৃথিবীর আকর্ষণ কিছু মাত্র থাকে না। সুতরাং তথায় যে কোন দ্রব্য নীত হইবে তাহার কিছু মাত্র ভার বোধ হইবে না। যাহা২ কথিত হইল তদ্দ্বারা অবশ্যই বোধ হইয়া থাকিবে যে, মাধ্যাকর্ষণ গুণ কেবল পৃথিবীরই আছে এমত নহে, পরমাণু সমষ্টিমাত্রেরই এই শক্তি আছে। অন্যান্য জড় পিণ্ডের মধ্যেও এই গুণের যেরূপ প্রকৃতি, পৃথিবীতেও অবিকল সেই রূপ। অতএব এমত অনুমান হইতে পারে যে, পৃথিবী হইতে অতি দূরবর্ত্তী যে সকল গ্রহ নক্ষত্রাদি আছে তাহারাও পরমাণু সমষ্টি, সুতরাং তাহাদিগেরও এই প্রকার মাধ্যাকর্ষণ গুণ থাকিতে পারে। বস্তুতঃ তাহাদেরও যে এই গুণ আছে জ্যোতিঃ-শাস্ত্র-গত বহুবিধ ব্যাপার দর্শনে তাহা অনেকেরই সুন্দররূপে প্রতীত হইয়াছে এবং তাহা হইয়াছে বলিয়াই নভোমণ্ডল-স্থিত জ্যোতির্গণকে জড় পদার্থ বলিয়া নিশ্চয় হয়।

পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের বশবর্ত্তী হইয়া দ্রব্য সমস্ত ভূমণ্ডলের মধ্য ভাগাভিমুখ-গামী হয়। কিন্তু দেখ কোন দ্রব্য এক বার চলিতে আরম্ভ করিলে যদি তাহার প্রতি উপর্য্যুপরি ক্রমাগত বল প্রযুক্ত হইতে থাকে, তবে তাহার বেগ ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হয়। সুতরাং অতি উচ্চ স্থান হইতে যদি কোন দ্রব্য পড়ে, তাহা প্রথম ক্ষণে যত দূর পড়িবে, দ্বিতীয় ক্ষণে তদপেক্ষা অনেক অধিক

দূর পড়িবে। নিউটন পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করেন যে, মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে প্রথম সেকণ্ডে প্রায় ১৬ ফুট পতন হয়, দ্বিতীয় সেকণ্ডে ৪৮ ফুট—তৃতীয় সেকণ্ডে ৮০ ফুট, ইত্যাদি। ইহা স্থানান্তরে অধিক স্পষ্ট করা যাইবে।

এই স্থলে এমত জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে, সকল বস্তুই কি সমান সময়ে পৃথিবীতে পড়ে?। পাখির পালক এবং পাথরের নুড়ি এই দুই বস্তু যদি একেবারে ঊর্দ্ধ হইতে নিক্ষিপ্ত হয়, তাহা হইলে কি উভয়েই এক কালে পৃথিবী স্পর্শ করিবে?। ইহার উত্তর এই যে, যদি বায়ু না থাকে, তবে কি গুরু কি লঘু সকল দ্রব্যই পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে এক সময়ে পতিত হয়, কিন্তু বায়ুর প্রতিবন্ধকতা বশতঃ ঐ রূপ ঘটনা দৃষ্টি গোচর হয় না। পরীক্ষা দ্বারা এই কথার যাথার্থ্য সপ্রমাণ হইয়াছে।

বায়ু-নির্বাণ যন্ত্র দ্বারা কোন দীর্ঘ কাচ পাত্র হইতে সমুদায় বায়ু নির্গত করিয়া তাহার ভিতর এক কালে একটি স্বর্ণ মুদ্রা এবং পাখির পালক ফেলিয়া দিলে, দুই বস্তুই একেবারে পাত্রের নীচে পড়ে। ইহা আর একটী অনায়াস সাধ্য পরীক্ষা দ্বারাও প্রত্যক্ষ করাইতে পারা যায়। একটি টাকা বা পয়সা লও, তাহার সমান করিয়া এক খণ্ড কাগজ কাট এবং সেই কাগজ খণ্ডকে ঐ টাকা বা পয়সাটির ঊর্দ্ধ দিকে বসাইয়া ফেলিয়া দেও; দুই দ্রব্যই এক সময়ে ভূমি স্পর্শ করিবে।

তাহার কারণ এই যে, নিম্নবর্ত্তী পয়সা বা টাকার গমনে বায়ু স্থানান্তরিত হওয়াতে উহা কাগজের পতনের প্রতিবন্ধকতা করিতে পারে না; সুতরাং কাগজটী যেন নির্ব্বাত স্থলেই পতিত হয়।

ফলতঃ মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতি বিবেচনা করিলেই যে, এই রূপ ঘটিবে এমত বিলক্ষণ বোধ হয়। কারণ মাধ্যাকর্ষণ, দ্রব্যের একটী স্বতন্ত্র গুণ নহে, পরমাণুদিগের যে পরস্পর আকর্ষণ তাহা দূর দেশ হইতে অনুভূত হইলেই উহার নাম মাধ্যাকর্ষণ হয়। সুতরাং পৃথিবীর সকল পরমাণু অপরাপর দ্রব্যের প্রত্যেক পরমাণুকেই সমান আকর্ষণ করিতেছে। অতএব একটী পরমাণু যে বলে আকৃষ্ট হইয়াছে, দুই বা তিনটীও প্রত্যেকে সেই রূপ বলে আকৃষ্ট হইতেছে। অতএব দ্রব্য মাত্রই পরমাণু পুঞ্জ এইটী স্মরণ করিয়া প্রতি পরমাণুর প্রতি পৃথিবীর আকর্ষণ সমান ইহা বিবেচনা করিলেই 'গুরুত্ব যে পতন নিয়ামক নহে' ইহা সুপ্রতীত হইবে। ইহা আরও স্পষ্ট করিয়া দেখান যাইতেছে।

ক০ ০খ

গ ঘ ঙ চ
০ ০ ০ ০

'গ ঘ ঙ চ' চারিটী পরমাণু সমষ্টি। উহারা সম-দূরস্থিত 'ক' এবং 'খ' উভয়কেই সমান বলে আকর্ষণ করিতেছে। সুতরাং 'ক' যত ক্ষণে উহাদিগের সমীপবর্ত্তী হইবে 'খ'ও তত ক্ষণে

উহাদিগের নিকটে আসিবে। সুতরাং যদি 'ক' এবং 'খ' ইহারা পরস্পর যত দূরে আছে তত দূরে না থাকিয়া পরস্পর নিকটে থাকে বা দুইয়ে মিলিয়া একটী স্থূলতর অণু হয়, তাহা হইলেই বা পতন কাল কি হেতু বিভিন্ন হইবে? 'ক' যত ক্ষণে আসিবে 'খ'ও তত ক্ষণে আসিবে, আর 'ক খ'ও সেই সময়ে আসিবে।

অষ্টম অধ্যায়।

[পরমাণুর সংযোগ বিযোগ ব্যতিরেকে দ্রব্যের গুণান্তরোৎপত্তি—উদাহরণ—তাহার হেতু—জড়ের সঞ্চারী গুণ।]

ভিন্ন২ প্রকার পরমাণুর সংযোগ বিযোগ দ্বারা দ্রব্যের গুণান্তরোৎপত্তি হয়, ইহা অনায়াসেই বোধ গম্য হইতে পারে। কিন্তু কোন২ স্থানে দেখিতে পাওয়া যায় যে, এক প্রকার পরমাণু একই প্রকার ভাগ পরিমাণে মিলিত হইয়াও বিভিন্ন গুণ সমূহের উৎপাদন করে। (১) পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, লেবুর আরকে এবং টার্পিন তৈলে একই প্রকার পরমাণু, একই প্রকার ভাগ-পরিমাণে মিলিত হইয়া আছে। অতএব ঐ দুই পদার্থের উপাদান কারণ সর্ব্বতোভাবে সমান। কিন্তু

তথাপি ঐ দুইয়ের গুণ পরস্পর অতিশয় বিভিন্ন। উক্ত আরকের ঘনত্বে গন্ধে বর্ণে টার্পিণের কিঞ্চিন্মাত্র সাদৃশ্য নাই। (২) অতি অল্প তাপমানে সৈন্ধব লবণের দানা প্রস্তুত করিলে দেখা যায় যত ক্ষণ ঐ সকল দানা পাত্রে থাকে, তত ক্ষণ অতি স্বচ্ছ থাকে, কিন্তু যদি এক বার স্পর্শ করা যায় তবে তৎক্ষণাৎ উহা দুগ্ধের ন্যায় শুভ্র বর্ণ হইয়া পড়ে। স্পর্শ করিবার পূর্ব্বে ঐ দানাতে যে২ পরমাণু ছিল পরেও তাহাই থাকে; কোন নূতন প্রকার পরমাণু আসিয়া উহাতে সংযুক্ত হয় এমত নহে; তথাপি, কি আশ্চর্য্য! ঐ দ্রব্য একেবারে অস্বচ্ছ হইয়া উঠে। (৩) লৌহকে অগ্নিতে উত্তপ্ত করিয়া শীঘ্র শীতল জলে মগ্ন করিলে ঐ লৌহে কোন পরমাণু সংযুক্ত বা বিযুক্ত হয় না, তাহার প্রমাণ উহার ভার ঠিক পুর্ব্বের সমান থাকে, কিন্তু পুর্ব্বে লৌহকে যেমন টিপিয়া নোয়াইতে এবং পিটিয়া বিস্তৃত করিতে পারা যাইত, পরে আর সে রূপ পারা যায় না; তখন উহাকে পিটিলে বা টিপিলে ভাঙ্গিয়া যায়। কিন্তু দেখ ঐ উষ্ণ লৌহকে যদি শীঘ্র শীতল না করিয়া ক্রমে২ শীতল হইতে দেওয়া যায়, তবে উহার পূর্ব্বের কোন গুণের অন্যথা হয় না—পূর্ব্বেও যেমন পিটিলে বিস্তৃত হইত পরেও সেই রূপ হইতে পারে। (৪) পারা এবং গন্ধককে একত্র করিয়া যদি জ্বাল দিয়া রাখা যায় এবং সেই জ্বাল যদি ক্রমশঃ আপনা হইতে নিবিয়া ঐ দ্রব্য শীতল হয়, তাহা হইলে লোহিত বর্ণ হিঙ্গুল জন্মে, কিন্তু ঐ জ্বাল

নির্ব্বাণ করিয়া উহাকে শীঘ্র শীতল করিয়া ফেলিলে হিঙ্গুলের বর্ণ লোহিত না হইয়া অত্যন্ত কাল হয়। তাহাকেই কজ্জলী* কহে। সুতরাং এই কজ্জলী এবং হিঙ্গুলে কোন প্রভেদ নাই। উহাদিগের উপাদানও এক এবং ভাগ পরিমাণও ঠিক সমান। তথাপি উহা-দিগের বর্ণের সম্পূর্ণরূপে ভেদ হইয়া পড়ে।

এই রূপ সহস্র২ স্থলে নূতন প্রকার পরমাণুর সংযোগ বিযোগ অসত্ত্বেও দ্রব্যের গুণান্তরোৎপত্তির উদাহরণ দৃষ্ট হইয়া থাকে। পণ্ডিতেরা কহেন যে, ঐ সকল স্থলে দ্রব্যের পরমাণু সমস্ত অন্য সর্ব্ব প্রকারে পূর্ব্ববৎ থাকিয়াও বিভিন্ন রূপে বিনিবেশিত হয় বলিয়াই দ্রব্যের গুণান্তর জন্মে। তাঁহারা কহেন (১) লেবুর আরকে যে২ প্রকার পরমাণু যত গুলি আছে, টার্পিন তৈলেও সেই২ পরমাণু তত গুলি আছে বটে, কিন্তু আরকে ঐ সকল পরমাণুর যাহার পর যে টী আছে টার্পিনে ঠিক তাহার পর সেই টী নাই। তাঁহারা ইহাও বলেন, দেখ, যখন কোন দ্রব্য সূক্ষ্মাবস্থা হইতে স্বীয় আকর্ষণ শক্তি প্রভা-বে সজাতীয় অন্য বস্তু লইয়া স্থূল হইতে থাকে, তখন উহার অণু সকল যথা তথা বসিয়া যায় না—ফিরিয়া

* কজ্জলী কাঁচা পাকা দুই প্রকার হয়। গন্ধক এবং পারায় মাড়িয়া যে পদার্থ জন্মে তাহাকে কাঁচা কজ্জলী বলে, আর উক্ত রূপে তাপদিয়া যাহা হয়, তাহার নাম পাকা কজ্জলী।

ঘুরিয়া যেন আপনাদিগের নিয়মিত স্থান গ্রহণ করিয়া লইতে থাকে, এবং সেই জন্যই তাহাদিগের বিশেষ২ আকারের দানা জন্মে, কিন্তু যদি কোন কারণ বশতঃ ঐ সকল অণু আপনাপন যথা যোগ্য স্থান গ্রহণ করিতে না পায়, তবে উহাদিগকে যথা তথা বসিয়া যাইতে হয়, তাহা হইলেও ঐ দ্রব্য স্থূল হয় বটে, কিন্তু তাহার প্রকৃতাকার দানা জন্মিতে পারে না, সুতরাং তাদৃশাবস্থায় উহাদিগের পূর্ব্ব গুণের অন্যথা হইবে, আশ্চর্য্য কি?।

এই রূপ যুক্তি নিতান্ত অসঙ্গত বোধ হয় না। ইহাকে অবলম্বন করিয়া পূর্ব্বোক্ত সমস্ত ব্যাপারের সহজেই মীমাংসা করিতে পারা যায়। (২) যখন স্বচ্ছ সৈন্ধব লবণের দানাকে হস্ত দ্বারা স্পর্শ করা যায়, তখন যতই ঈষৎ স্পর্শ হউক না কেন, উহার পরমাণু সকল পূর্ব্বে যে প্রকারে সন্নিবেশিত ছিল, পরে সেরূপ থাকে না, সেই জন্যই উহার স্বচ্ছত্ব গুণ গিয়া শুভ্র বর্ণ জন্মে। যাঁহারা রাসায়নিক প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা জল যমাট করিয়া বরফ করিবার চেষ্টা করিয়াছেন, তাঁহারা অবশ্য দেখিয়া থাকিবেন যে, কখন২ জলকে যথোচিত শীতল করিলেও ঐ জল সংযত হয় না। কিন্তু সেই সময়ে যদি ঐ জল কিঞ্চিন্মাত্র নাড়া পায়—এমন কি, যদি ঐ জলে অণুমাত্র বালুকা পড়ে—তবে উহা তৎক্ষণাৎ সংযত হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হইতেছে, যেন জলের পরমাণু সমস্ত সংযত

হওনে উন্মুখ হইয়া থাকে, কিঞ্চিন্মাত্র নাড়া পাইলেই তাহারা দুইটী তিনটী চারিটী করিয়া সকলে মিলিত হইতে পারে—কিঞ্চিৎ নাড়া না পাইলে স্ব২ স্থান হইতে সরিতে পারে না। পূর্ব্বোক্ত লবণের দানাতেও সেই রূপ ঘটে। লবণের অণু সকল এক প্রকারে নিবেশিত হইয়া আছে—কিন্তু হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিবামাত্র তাহারা অন্য প্রকারে সন্নিবেশিত হয়। (৩) সেই রূপ লৌহকে উত্তপ্ত করিলে উহার পরমাণু সকল শিথিল হয়, উহাকে ক্রমে২ শীতল হইতে দিলে সেই সকল পরমাণু পুনর্ব্বার যে যাহার আপন২ স্থানে আসিতে পারে; কিন্তু শীঘ্র শীতল করিলে উহারা ঠিক আপনাপন স্থানে আসিতে পারে না—যথা তথা থাকিয়া যায়, সুতরাং পরমাণু সমস্তের বিভিন্ন সন্নিবেশ বশতঃ ঐ লৌহের গুণান্তর জন্মে। (৪) পারায় এবং গন্ধককে মিলিয়া কখন যে অতি কৃষ্ণ বর্ণ কজ্জলী হয়, আর কখন অতি লোহিত বর্ণ হিঙ্গুল হয়, তাহারও এই রূপ কারণ। জ্বাল শীঘ্র নির্ব্বাণ করিলে উহাদিগের পরমাণু গুলি যে রূপে সন্নিবেশিত হয় ক্রমে২ তাপনির্গম করিয়া দিলে সেই রূপে সন্নিবেশিত হয় না।

ফলতঃ যেখানে২ নূতন প্রকার কোন পরমাণুর সংযোগ বিয়োগ ব্যতিরেকে এবং তাহাদিগের ভাগ-পরিমাণের তারতম্য অসত্ত্বেও দ্রব্যের গুণান্তর উৎপত্তি হয়, সেই সেই স্থলে, ঐ সকল পরমাণুর বিভিন্ন প্রকার সন্নিবেশ হইয়াছে এমত স্বীকার করা আবশ্যক। এই রূপে

যে সকল গুণের সঞ্চার হয় বা এই রূপে যাহাদিগের সঞ্চার হইয়াছে এমত বোধ হয়, সেই সকল গুণকে সঞ্চারী-গুণ কহে।

সঞ্চারী-গুণ অসংখ্য প্রকার; তন্মধ্যে প্রধান কএকটীর নাম ক্রমশঃ উল্লিখিত হইতেছে।

১।—ঘনত্ব—যাহার পরমাণু সমস্তের সন্নিবেশ নিবিড় সেই দ্রব্য অধিক ঘন। কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ স্থানের মধ্যে কোন২ দ্রব্যের অধিক পরমাণু থাকিতে পারে, কাহার বা তত অধিক থাকিতে পারে না। একটা বোতলের মধ্যে যত পারা থাকে, সেই বোতলের মধ্যে জল তত থাকিতে পারে না—আর জল যত থাকিতে পারে তৈল তাহা অপেক্ষাও অল্প থাকে। অতএব ইহা অনায়াসেই সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, ঐ তিন দ্রব্যের মধ্যে পারা সর্ব্বাপেক্ষা অধিক ঘন তাহার নীচে জল তাহার নীচে তৈল। এক ঘন ইঞ্চি প্রমাণ স্বর্ণ যত ভারী সেই প্রমাণ তাম্র তত ভারী নয় এবং লৌহ তাহা অপেক্ষাও অল্প ভারী। অতএব স্বর্ণের পরমাণু সমস্ত যত নিবিড় তাম্রের তেমন নয় এবং লৌহের তাহা অপেক্ষাও অল্প। সুতরাং ঐ তিন ধাতুর মধ্যে স্বর্ণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক ঘন, তাম্র তাহার দ্বিতীয় এবং লৌহ তৃতীয়।

(ঘনত্বের বিপরীত গুণ বিরলত্ব।)

২।—কাঠিন্য—যাহার পরমাণু সমস্ত এমত সন্নিবেশিত আছে যে, সেই অবস্থায় তাহাদিগের পরস্পরের আক-

র্ষণ অধিক প্রবল, সুতরাং বিশিষ্ট বল প্রয়োগ ব্যতি-রেকে তাহাদিগকে পরস্পর বিভিন্ন করা যায় না তেমন দ্রব্যকে কঠিন বলে। জল, বায়ু অপেক্ষা কঠিন—কাষ্ঠ, জল অপেক্ষা কঠিন—এবং লৌহ, কাষ্ঠ অপেক্ষাও কঠিন। অধিক কঠিন হইলেই যে অধিক ঘন হয় এমত নহে। পারা রৌপ্য অপেক্ষা ঘন কিন্তু কঠিন নয়—শোলা জল অপেক্ষা কঠিন কিন্তু অধিক ঘন নয়।

(কাঠিন্যের বিপরীত গুণ মৃদুতা।)

৩।—ভঙ্গ প্রবণতা—যাহাদিগের পরমাণু সমস্ত এমত কোন বিশেষ প্রকারে সন্নিবেশিত হইয়াআছে যে, তদ্দ্বারা দ্রব্যটী অত্যন্ত কঠিন হইয়াও অল্প আঘাতেই খণ্ড২ হইয়া যায় সেই সকল দ্রব্যকে ভঙ্গ-প্রবণ কহে। কাচ অতিশয় ভঙ্গ-প্রবণ।

(ভঙ্গ-প্রবণতার বিপরীত গুণ ঘাত-সহত্ব।)

৪।—ঘাত-সহত্ব—যে সকল দ্রব্য এমত যে, অল্পমাত্র আঘাত পাইলেই ভাঙ্গিয়া যায় না, পার্শ্বের দিকে বাড়িয়া বিস্তৃত হয়, তাহাদিগকে ঘাত-সহ বলা যায়। স্বর্ণ অতিশয় ঘাতসহ। স্বর্ণের অতি সূক্ষ্ম পাত প্রস্তুত হইতে পারে।

(ঘাত-সহত্বের বিপরীত গুণ ভঙ্গ-প্রবণতা।)

৫।—তান্তবতা—যে সকল দ্রব্যকে টানিয়া অত্যন্ত সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত করা যায় তাহাদিগকে তান্তব কহে। স্বর্ণ ইস্পাত প্রভৃতি অনেক গুলি ধাতু অতিশয় তান্তব।

(তান্তবতার বিপরীত গুণ ছেদপ্রবণতা।)

৬।—ভারসহত্ব—কোন২ দ্রব্য পার্শ্বের দিকে ভাঙ্গিয়া যায়, কিন্তু দৈর্ঘ্যের দিকে সহজে ছিন্ন হয় না। তাদৃশ বস্তু সকলকে ভারসহ বলে। এক খানি সরু কাচের দুই দিক্ ধরিয়া তাহার মধ্যভাগে কোন বস্তু চাপাইয়া দিলে ঐ কাচ সহজেই ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে, কিন্তু সেই ভার ঐ কাচের এক দিকে বান্ধিয়া ঝুলাইয়া দিলে কাচ সহজে ছিন্ন হয় না। অতএব কোন দ্রব্য ভঙ্গ-প্রবণ কেহবা ছেদ-প্রবণ—যে ছেদ-প্রবণ নয় তাহাকেই ভারসহ বলা-গিয়া থাকে। বস্তুতঃ যে ভঙ্গ-প্রবণ নয় তাহাকেও ভারসহ বলা যাইতে পারে।

জড় পদার্থের যে সকল পরীক্ষা-সিদ্ধ গুণ পূর্ব্বে কথিত হইয়াছে তাহারাও প্রায় সকলেই এই স্কন্ধে উল্লিখিত হইবার যোগ্য, কারণ সহজে বোধ হয় যে বিস্তার্য্যতা, সঙ্কোচ্যতা, স্থিতি-স্থাপকতা, বিভাজ্যতা এবং সচ্ছিদ্রতা প্রভৃতি গুণের তারতম্য কেবল পরমাণু সমস্তের বিশেষ২ প্রকার বিনিবেশ বশতঃই জন্মে।

পরমাণুদিগের বিভিন্ন প্রকার বিনিবেশ হওয়াতে বিবিধ দ্রব্যের যে সমস্ত সঞ্চারী-গুণ জন্মে তাহার মধ্যে যে গুলি কথিত হইল তৎসমুদায়ই বল প্রয়োগ দ্বারা পরীক্ষিত হয়, অন্যান্য প্রকারে উহাদিগের যে আরও নানাবিধ গুণ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা এই স্কন্ধে সমুদায় বলা বাহুল্য হয়। কিন্তু সমুদায় বলা না যাউক তাহার কএকটীর উল্লেখ করা আবশ্যক বোধ হইতেছে।

১।—মিশ্রতা—কতক গুলি দ্রব্য এমত যে, তাহারা সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া যায়। চিনি জলের সহিত মিশে। বালুকা কদাপি মিশে না, উহা একবার মিশ্রিত করিয়া দিলে আবার নীচে গিয়া সংযত হইয়া অবস্থিত হয়। অতএব চিনি যেমন মিশ্র্য বালুকা তেমন নয়।

২।—উদ্বেয়তা—কোন২ দ্রব্যকে বায়ুতে রাখিলে উহারা শীঘ্র বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয়। সকল সুগন্ধি দ্রব্য এই রূপ, ঐ সকল দ্রব্য যে পাত্রে থাকে সেই পাত্রের মুখ খুলিয়া রাখিলে উহারা উবিয়া যায়। কর্পূর অত্যন্ত উদ্বেয়।

৩।—দাহ্যতা—কোন২ দ্রব্য সামান্য অগ্নি সংযোগেই দগ্ধ হয় কেহবা কিঞ্চিৎ ঘর্ষণেই জ্বলিয়া উঠে। এই সকল দ্রব্যকে দাহ্য বলে। শুষ্ক তৃণকাষ্ঠাদি দাহ্য পদার্থ বলিয়া পরিগণিত।

৪।—দীপ্যতা—কোন২ দ্রব্য অগ্নি সংযোগে যেমন দগ্ধ হইতে থাকে তেমনি উহা হইতে অত্যন্ত আলোক নির্গত হয়। সেই সকল পদার্থকে দীপ্য বলা যায়। কর্পূর ও বিলাতি দীপ-শলাকার মুখে যে পদার্থ* থাকে তাহাও অত্যন্ত দীপ্য।

৫।—স্বচ্ছতা—কোন২ দ্রব্য এমত যে তাহাদিগের

* ঐ পদার্থের নাম দীপক উহাকে ইংরাজীতে 'ফস্ফরস্' বলে।

ভিতর দিয়া আলোক আসিতে পারে—সুতরাং সেই সকল দ্রব্য দ্বারা চক্ষু আবৃত করিলে দৃষ্টি রোধ হয় না। এমত সকল পদার্থকে স্বচ্ছ বলা যায়। পরিস্কার কাচ এবং জল ও বায়ু অতিশয় স্বচ্ছ।

৬।—বন্ধুরত্ব—কোন দ্রব্যই সর্ব্বতোভাবে সমপৃষ্ঠ নহে। যাহাকে অতি মসৃণ বোধ হয় তাহাকেও অনুবীক্ষণ দিয়া দেখিলে অত্যন্ত বন্ধুর দেখা যায়। ফলতঃ পরমাণু সমস্ত যদি পরস্পর কিছু২ অন্তর থাকে তাহা হইলেই দ্রব্যের বন্ধুরত্ব গুণ জন্মিবে ইহা স্পষ্টই বোধ হইতেছে। বন্ধুরত্বের বিপরীত গুণ মসৃণত্ব।

৭।—দ্রাব্যতা—কোন২ দ্রব্য তাপ সংযোগে দ্রব হইয়া তরল হয়। যেমন, মম, সীসক, স্বর্ণ, রৌপ্যাদি। ইহাদিগকে দ্রাব্য বলা যায়।

৮।—বর্ণ—বর্ণও সঞ্চারী গুণের মধ্যে পরিগণিত। যে দ্রব্য আলোকের যেরূপ রশ্মিকে প্রতিহত করে তাহার সেই বর্ণ বোধ হয়। শুভ্র দ্রব্য হইতে সকল আলোক রশ্মিই প্রতিহত হয় কৃষ্ণ বর্ণ দ্রব্যে তাহারা সকলেই শোষিত হয়।

এই সকল ও অপরাপর সঞ্চারী-গুণের সবিশেষ বর্ণন ক্রমশঃ অন্যান্য বিজ্ঞান কাণ্ডের যথাযোগ্য স্থানে করা যাইতে পারে।

গতি।

প্রথম অধ্যায়।

[গতির কারণ বল—গতির বেগ, কাল এবং দূরত্বাদির পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণ।]

কোন বস্তুর এক স্থান হইতে স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি। বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে কোন জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করা যায় না। কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ জড় পদার্থের প্রতি অধিক বল প্রয়োগ করিলে তাহার গতি অধিক দূর পর্য্যন্ত হয় এবং অল্প বল প্রয়োগ করিলে অল্প দূর হয়। এই হেতু বলকেই গতির কারণ বলিয়া বিবেচনা করা যায়।

যেমন জড় পদার্থ মাত্রেই স্থান-ব্যাপক তেমনি ক্রিয়া মাত্রই কাল-ব্যাপক। অর্থাৎ যেমন কোন জড় পদার্থ আছে ইহা ভাবিতে গেলেই উহা কিয়ৎ পরিমাণ স্থান ব্যাপক হইয়া আছে বোধ হয়, তেমনি কোন ক্রিয়া হইতেছে এরূপ অনুমান করিতে গেলেই ঐ ক্রিয়া ক্রিয়ন্বিত কাল ব্যাপক হইয়া আছে ইহা আপনা হইতেই প্রতীত হয়। গতিও একটী ক্রিয়া। সুতরাং

অমুক দ্রব্যের গতি হইতেছে বা অমুক দ্রব্য চলিতেছে এমত বলিলেই ঐ গতি কি পরিমাণ কালে হইতেছে ইহা সহজেই জিজ্ঞাস্য হইতে পারে।

যদি অল্প কালের মধ্যে অধিক দূর গতি হয় তবে ঐ গতির বেগ অধিক বলা যায়। যদি অধিক কালে অল্প দূর গতি হয় তবে গতির বেগ অল্প বলা যায়। অতএব গতির দূরত্ব এবং তাহার কাল এই দুয়ের পরস্পর সম্বন্ধ যেরূপ তাহাতেই গতির বেগ নিশ্চয় হয়।

যদি কোন ঘোটক ৪ ঘণ্টা কাল মধ্যে ৩২ ক্রোশ পথ গমন করে তবে তাহার বেগ কত ইহা নিরূপণ করিতে হইলে ৩২ এবং ৪ এই দুই সংখ্যার পরস্পর সম্বন্ধ কিরূপ ইহা বিবেচনা করা আবশ্যক। দেখা যাইতেছে যে বত্রিশ, চারির আট গুণ—অতএব ঐ ঘোটকের গতির বেগ ৮ অবধারিত হয়—অর্থাৎ ঐ ঘোটক প্রতি ঘণ্টায় আট ক্রোশ পথ যায়। গতির দূরত্ব কাল এবং বেগ এই তিনের মধ্যে যদি দুইটী জানা থাকে তাহা হইলে অপর অব্যক্তিটীও জানা যায়। যথা যে ঘোড়ার গতির বেগ ৮ সে ৪ ঘণ্টায় কত দূর যাইবে? এমত জিজ্ঞাস্য হইলে বিবেচনা করা আবশ্যক যে যদি দূরত্বকে কাল দ্বারা বিভাগ করিলে বেগ পাওয়া যায় তবে বেগকে কাল দ্বারা পূরণ করিলে অবশ্য দূরত্ব পাওয়া যাইবে। অতএব $৮ \times ৪ = ৩২$ অর্থাৎ ঐ ঘোটক ৪ ঘণ্টায় ৩২ ক্রোশ যাইবে। আবার, যে ঘোড়ার

গতির বেগ ৮ সে যদি ৩২ ক্রোশ পথ গিয়া থাকে তবে কতক্ষণ চলিয়া ছিল? এমত জিজ্ঞাস্য হইলে বিবেচনা করা উচিত যে, বেগকে কালদ্বারা পুরণ করিয়া যদি দূরত্ব জানা যায় তবে দূরত্বকে বেগ দ্বারা হরণ করিলেই কাল জানা যাইবে। সুতরাং এই স্থলে ৩২ ÷ ৮ = ৪; অর্থাৎ ঐ ঘোটক চারি ঘণ্টায় ৩২ ক্রোশ গিয়াছিল।

যদি 'দূ' 'কা' এবং 'বে' এই সাঙ্কেতিক বর্ণে দূরত্ব, কাল এবং বেগ বুঝায় তবে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে ঐ তিনের পরস্পার সম্বন্ধ সংক্ষেপে প্রকাশ করা যাইতে পারে; যথা।

(১) দূ: কা = বে, অথবা দূ ÷ কা = বে, যথা, $\frac{৩২}{৪}$ = ৮

(২) বে × কা = দূ ... যথা, ৮ × ৪ = ৩২

(৩) দূ ÷ বে = কা .. যথা, $\frac{৩২}{৮}$ = ৪

দ্বিতীয় অধ্যায়।

গতির প্রথম নিয়ম—দ্বিতীয় নিয়ম—গতি-সঙ্ঘাত—গতি-বিভাগ—দোলন—চক্রভ্রমণ—কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্র-বিমুখ বল।]

পুর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে জড় পদার্থের স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি এবং সেই গতির কারণ বল। স্থানান্তর বলিলেই যে স্থানে জড় পদার্থ প্রথমে অবস্থিত ছিল এবং পরে উহা যে স্থানে গিয়া উপস্থিত হইল এই দুই-টী স্থানই অনুভূত হয়। ঐ দুই স্থানের পরস্পর সম্বন্ধ বিবেচনা করিয়া গতির নিয়ম নির্দ্ধারিত হইয়াছে।

প্রত্যক্ষ করা গিয়াছে যে, যে দিক্ হইতে জড় পদার্থের প্রতি বল প্রয়োগ হয় উহা তাহার বিপরীতদিকে সরল রেখা ক্রমে চলিয়া যায়। কিন্তু জড় নিশ্চেষ্ট। সুতরাং যদি কোন জড় পদার্থ একবার চলিতে আরম্ভ করে তবে সে কদাপি স্বয়ং ঐ গতি নিবারণ করিয়া স্থির হইতে পারে না। অতএব জড়ের সচল হইতেও যেমন বল-প্রয়োগের প্রয়োজন; নিশ্চল হইতেও সেই রূপ, অন্যথা সে কদাপি আপন গতির বেগ হ্রস্ব বা সম্বর্দ্ধিত করণে সমর্থ হয় না।

এই রূপ বিবেচনা করিয়া নিশ্চিত হইতেছে যে, "জড় পদার্থের প্রতি বল প্রযুক্ত হইলে উহা সেই বলের অভিমুখে সরল রেখা ক্রমে চিরকাল সমান বেগে চলে"। ইহাই গতির প্রথম নিয়ম। এস্থলে জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে এই রূপ নিয়ম হইলে চালিত বস্তুর চির সচলতা কোথাও দেখিতে পাই না কেন?। শর নিক্ষেপ করিলে, ভাঁটা গড়াইয়া দিলে, লাটিম ঘুরাইলে কেহ নিবারণ না করিলেও যে উহারা আপনা হইতেই স্থির হয়, ইহার কারণ কি?। তাহার উত্তর এই যে বায়ুর প্রতিবন্ধকতা ভূমির আকর্ষণ এবং পৃথিবীর আকর্ষণ ঐ সকল স্থলে প্রতিবন্ধকতা করিয়া গতি নিবারণ করে। যদি ঐ সকল প্রতিবন্ধকতা না থাকিত তবে উৎক্ষিপ্ত শর চিরকাল সমবেগে ঊর্দ্ধে উঠিত, ভাঁটা ক্রমাগত গড়াইয়া যাইত এবং লাটিমও যাবৎ কাল ঘূর্ণিত হইত।

এই সিদ্ধান্ত কেবল অনুমানসিদ্ধ হইলেও অপ্রমাণ নহে, কারণ এই অনুমান প্রত্যক্ষ-মূলক; দেখ কোন সমতল ঘরের মেজ্যায় ভাঁটা গড়াইয়া দিলে উহা যত দূর যায় সেই বলে সেই ভাঁটাকে ঘাসের উপর ছাড়িয়া দিলে ততদূর যাইতে পারে না; বিষমতল ঘাসের ঘর্ষণ উহার গতির প্রতিবন্ধক হয়। এবম্প্রকার যন্ত্র আছে যে, তাহা দ্বারা কোন নির্দ্দিষ্ট স্থান হইতে প্রায় সমুদায় বায়ু বাহির করিয়া লওয়া যায়। তখন ঐ স্থানে এক খানি চক্র ঘুরাইয়া দিলে সেই চক্র বহুক্ষণ ঘুরে;

সুতরাং বায়ু যে গতির প্রতিবন্ধক তাহা প্রত্যক্ষ সিদ্ধ হইতেছে। পৃথিবীতে বা পৃথিবীর নিকটে থাকিয়া ইহার অতি প্রবলতর আকর্ষণ শক্তির বশবর্ত্তী না হইয়া থাকিবার যদি কোন উপায় থাকিত তবে গতির এই নিয়ম একেবারেই প্রত্যক্ষ করা যাইত। কিন্তু তাহা না হউক, যে স্থানে ঘর্ষণ নাই—বায়ুর প্রতিবন্ধিতা নাই এবং পৃথিবীর আকর্ষণও অধিক কার্য্যকারী হয় না সেই সকল অতি দূরবর্ত্তী গ্রহ নক্ষত্রাদি স্থলে জড় পদার্থের চিরসচলতার সম্যক্ উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যাইতেছে; সেই সকল পদার্থ সহস্র বর্ষ পূর্ব্বেও যেমন চলিতেছিল অদ্যাপি তাহারা সেইরূপ চলিতেছে।

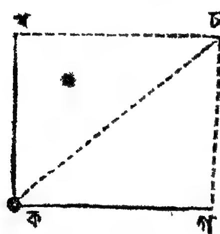
[গতির দ্বিতীয় নিয়ম—গতি-সজ্জাত।]

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটী মাত্র বল প্রদত্ত হইলে যেরূপ ঘটে তাহা কথিত হইল। যদি একেবারে একাধিক দুই তিন বা তদধিক বল প্রযুক্ত হয় তাহা হইলেও পূর্ব্ব নিয়মের কিছু মাত্র অন্যথা হয় না. "জড়ের প্রতি যত বল কেন একেবারে দেওয়া যাউক না, সকল বল গুলি স্ব২ অভিমুখে সরল রেখা ক্রমে উহার গতি উৎপাদন করে"। এইটী গতির দ্বিতীয় নিয়ম।

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যে জগতে কাহারও বিনাশ হয় না। যেমন এক প্রকার জড় পদার্থের সহিত

অন্য প্রকার জড়ের সংযোগ হওয়াতে তাহার রূপান্তর মাত্র হয়, কিন্তু তাহার একটী পরমাণুরও ধ্বংস হয় না, বলেরও সেই রূপ ঘটিতেছে; একটি বলে যে প্রকার কার্য্য হইত অন্য বলের যোগে সেই কার্য্যের কিছু ভিন্নভাব মাত্র হইতে পারে। কিন্তু কোন বল যে একেবারে ব্যর্থ হইয়া যাইবে তাহার সম্ভাবনা নাই।

ফলতঃ কোন জড় পদার্থের প্রতি একেবারে দুইটী বল প্রযুক্ত হইলে উহার যে প্রকার গতি হয় তাহাতে দুইটী বলেরই কার্য্য দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা স্পষ্ট করিবার নিমিত্ত একটী প্রতিরূপ প্রদত্ত হইল,

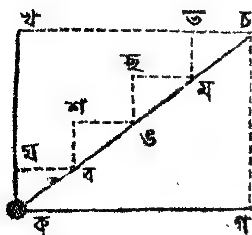


'ক' নামক কোন কন্দুকের প্রতি এক সময়ে এমত দুই বল প্রদত্ত হইয়াছে যে, তাহার একটীর প্রভাবে উহা কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে 'ক' হইতে 'গ' পর্য্যন্ত এবং অপরটীর প্রভাবে উহা সেই কালের মধ্যে 'ক' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত যায়। 'ক' ঐ দুই বলেরই অধীন হইয়া কার্য্য করে—অর্থাৎ ঐ দুই গতি স্বতন্ত্র২ হইলেও যেরূপ হইত 'ক'এর গতি সেই রূপই হয়। কারণ, বিবেচনা করিতে হইবে যে প্রথমতঃ উহার গতি যদি 'গ' পর্য্যন্ত হয়, তবে দ্বিতীয় 'কখ' গতি ঐ 'গ' স্থান হইতে অবশ্য হইবে এবং 'কখ' যে অভিমুখে এবং যত দূর পর্য্যন্ত

আছে 'গ' হইতে ঠিক সেই মুখে ততদূর অর্থাৎ 'চ' পর্য্যন্ত যাইবে। একেবারে দুই বলের কার্য্য হওয়াতেও তাহাই হইবে। অর্থাৎ 'ক,' 'চ' স্থানে যাইয়া উপস্থিত হইবে।

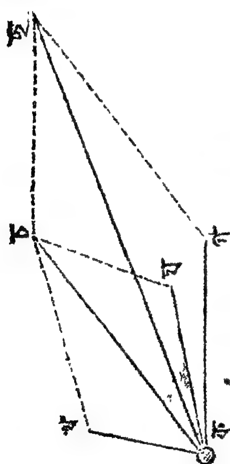
'কখ' যে অভিমুখে, 'গচ' সেই অভিমুখে; 'কখ' যত দূর, 'গচ' ঠিক তত দূর; ইহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে 'খ' এবং 'চ' একটী সরল রেখা দ্বারা যোগ করিলে 'কখগচ' একটী সমান্তরাল-চতুর্ভুজ-ক্ষেত্র হইবে তাহার পরস্পর সম্মুখীন দুইং ভুজ সমান এবং 'কচ' তাহার কর্ণরেখা। সুতরাং ঐ কর্ণরেখা ক্রমেই আহত দ্রব্যের গতি হয়।

পূর্ব্বে যাহা কথিত হইয়াছে তাহা অভিনিবেশ পূর্ব্বক বিবেচনা করিলেই দুই গতির যোগে যে কর্ণ-রেখাক্রমে গতি জন্মে ইহা স্পষ্ট প্রতীত হয়। নিম্ন-লিখিত আদর্শে 'কঘ' প্রভৃতিকে 'কখ' প্রভৃতির সূক্ষ্ম-তম অংশ বিবেচনা করিয়া লইয়া দেখ, যখন 'ক' উহার 'কখ' রেখায় যে গতি হওয়া আবশ্যক, সেই গতির অনুসারে 'ক' হইতে 'কখ'র কিয়দংশ 'ঘ' পর্য্যন্ত যায় সেই কালে উহাকে 'কগ' অভিমুখ গতির প্রভাবে 'ঘব' রেখায় আসিতে হয়। পুনর্ব্বার যখন উহা 'বশ' রেখায় যায় সেই সময় দ্বিতীয় গতির



প্রভাবে 'শঙ' রেখানুসারেও আসিতে হয়। সুতরাং এইরূপে ক্ষণেক 'ঙছ' ক্ষণেক 'ছন' ও তাহার পর 'নভ' এবং 'ভচ' এইরূপে যাইয়া 'ক' নামক দ্রব্য 'চ' স্থানে উপনীত হয়। 'কচ' নামক কর্ণরেখা 'কখ' এবং 'কগ' এই দুই গতির সঙ্ঘাত-ফল বলিয়া উহার নাম গতি-ফল রাখা গিয়াছে।

তিনটী চারিটি বা ততোধিক ভিন্ন২ বল একেবারে প্রযুক্ত হইলেও তজ্জন্য যে গতি-ফল উৎপন্ন হয় তাহাও এই প্রকারে জানা যাইতে পারে।

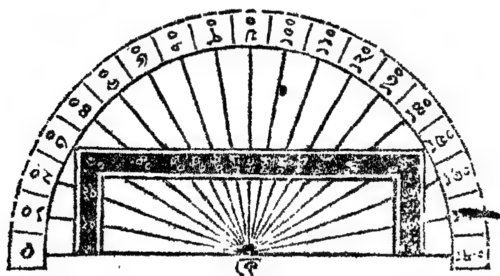


পার্শ্ববর্ত্তী আদর্শে দৃষ্টি পাত করিলে বুঝা যাইবে যে 'ক' নামক কোন দ্রব্যের প্রতি তিনটী বল প্রদত্ত হইয়াছে তাহার একটীর প্রভাবে উহার গতি 'ক' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত, দ্বিতীয় দ্বারা 'ঘ' পর্য্যন্ত এবং তৃতীয় দ্বারা 'গ পর্য্যন্ত হয়। ঐ তিন বলের গতি-ফল কোথায় হইবে? এই রূপ জিজ্ঞাসা হইলে প্রথমতঃ বিবেচনা করিতে হইবে যে, এই স্থলে যেন দুইটী মাত্র বল প্রদত্ত হইয়াছে। সেই দুইটী যেন 'কখ' এবং 'কঘ'। তবে ঐ দুয়ের গতি-ফল

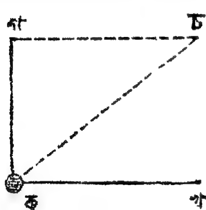
নিশ্চয় করিতে হইলে 'খ' হইতে 'কঘ'এর সমান্তরাল এবং সমান 'খচ' রেখা টানিয়া 'কঘ' যোগ করিয়া দিলেই ঐ 'কচ' উক্ত দুই বলের গতি-ফল বলিয়া অবধারিত হইবে। এক্ষণে এমত বলা যাইতে পারে যে 'কচ' নামক একটী গতি 'কখ' এবং 'কঘ' এই দুই গতির কার্য্য করিতেছে। পরে 'গ' হইতে 'কচ'এর সমান্তরাল এবং সমান 'গছ' রেখা টানিয়া 'কছ' সংযুক্ত করিয়া দিলে ঐ পূর্ব্বোক্ত 'কচ' এবং তৃতীয় গতি 'কগ' ইহাদিগের গতি-ফল নির্দ্ধারিত হইবে। সুতরাং 'কছ'ই প্রযুক্ত তিনটী গতির গতি-ফল। এই প্রকার করিয়া চারিটী হউক বা পাঁচটী হউক সমুদায় ভিন্ন২ গতির গতি-ফল অবধারিত হইতে পারে।

এক খানি ক্ষুদ্র গজ* থাকিলে অতি অল্পায়াসেই

* এই গজ্ আমীনেরা ব্যবহার করিয়া থাকেন। উহার নাম প্রোট্রাক্টিংস্কেল্। ঐ গজ্ অতি সহজেই প্রস্তুত করিয়া লওয়া যাইতে পারে।



গতি-ফল নিরূপিত করা যায়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, যদি উত্তর এবং পূর্ব্ব উভয় দিক হইতে ঠিক এক সময়ে কোন একটী দ্রব্যের প্রতি এমন দুইটী আঘাত হইয়া থাকে যে উত্তর দিকের আঘাত প্রভাবে ঐ দ্রব্য যে সময়ে ৪ হাত দক্ষিণদিকে যায়, পূর্ব্বদিকের আঘাত দ্বারা উহা সেই সময়ে ৩ হাত পশ্চিমদিকে যায় তাহা হইলে প্রথমে গজ ধরিয়া ৪ হাত কে, ৪ ইঞ্চি কল্পনা করিয়া একটী রেখা পাত কর। সেই রেখা 'কখ' হউক। পরে উত্তর দিক্ এবং পূর্ব্ব দিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ হয়



ইহা বিবেচনা করিয়া 'ক' স্থান হইতে ঐ গজ দ্বারা 'খকগ' একটী ৯০ অংশ কোণ কর। 'কগ' রেখাকে তিন ইঞ্চি পরিমিত করিয়া লও। পরে পূর্ব্ববৎ 'গ' হইতে 'কখ'এর সমান এবং সমান্তরাল 'গচ' রেখা পাত করিয়া যদি

0 ১ ২ ৩ ৪ ৫ ৬ ৭ ৮ ৯ ১০ ১১ ১২

কে

একটা কাগজে পূর্ব্বগত প্রথম প্রতিরূপবৎ একটী বৃত্তার্দ্ধ প্রস্তুত কর। এবং তাহাকে চিত্রানুরূপে বিভক্ত কর। তাহার পর ঐ

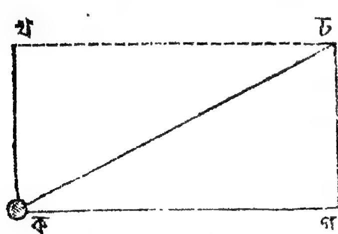
'কচ' রেখা টানা যায় তাহা হইলেই 'কচ' রেখা গতি-ফলের প্রতিরূপ হয়। গজ দ্বারা মাপিলে ঐ 'কচ' ৫ ঞ্চি পরিমিত হইবে সুতরাং এই স্থলে বাস্তবিক গতি-ফল ৫ হাত নির্দ্ধারিত হয়।

[গতি-বিভাগ।]

যে রূপ ক্রিয়া দ্বারা গতির সঙ্ঘাত-ফল নিরূপিত করা যায় তাহার বিপরীত ক্রিয়া দ্বারা যদি দুই গতির ফল এবং তাহার একটি গতি জানা থাকে তবে অপর

বৃত্তার্দ্ধের ভিতর যে প্রকার চতুষ্কোণ ক্ষেত্র করা গিয়াছে সেই রূপ করিয়া এবং উহার অংশ সমস্তকে যথা ক্রমে অঙ্কিত করিয়া ঐ আয়ত ক্ষেত্রটা কাটিয়া লও। তাহা হইলেই কোণ মাপিবার উপায় হইবে। যে স্থানে যত বড় কোণ হইবে সেই স্থানে ঐ গজের 'কে' নামক কেন্দ্র স্থান সংস্থাপিত করিবে। পরে যত বড় কোণ করা আবশ্যক তাহা বিবেচনা করিয়া অঙ্কিত করত পেন্সিল্ দ্বারা রেখা টানিয়া দিলেই প্রয়োজন-মত কোণ হইবে। ঐ কাগজ খানির অপর পৃষ্ঠকে পূর্ব্ববর্ত্তী দ্বিতীয় প্রতিরূপবৎ ১২টা সমান ভাগে বিভাগ করিয়া রাখিলে তদ্দ্বারা ইঞ্চি প্রভৃতি মাপিয়া লওয়া যাইবে।

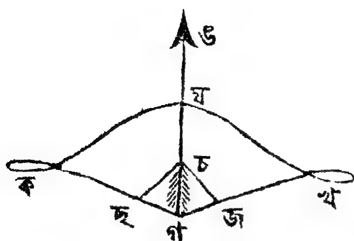
গতিও জানা যাইতে পারে। নিম্নবর্ত্তী চিত্রে যদি 'কখ' একটি গতির এবং 'কচ' গতি দ্বয়ের সঙ্ঘাত-ফলের প্রতিরূপ হয়, তবে অপর গতির প্রকৃতি জানিবার নিমিত্ত 'চ' হইতে 'কখ'এর সমান এবং সমান্তরাল 'চগ' নামক রেখা পাতিত করিতে হয়। তাহার পর 'কগ' যোগ করিয়া দিলে ঐ 'কগ' অব্যক্ত গতির প্রতিরূপ



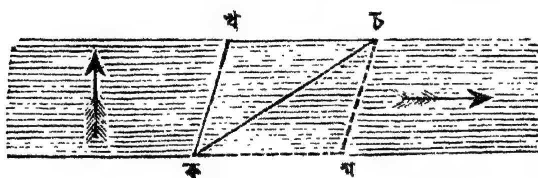
হইবে। গজ দ্বারা মাপিয়া ঐ গতির পরিমাণও নিশ্চয় করা যাইতে পারে।

কিন্তু দুইয়ের অধিক গতি দ্বারা যে গতি-ফল উৎপন্ন হয় সে স্থলে গতি-ফল এবং একটি মাত্র গতি জানিয়া অপর গতি গুলি নিশ্চয় জানা যাইতে পারে না।

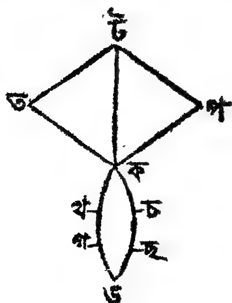
উক্ত রূপ বহু গতির দ্বারা যে এক মাত্র গতি-ফল উৎপন্ন হয় ইহা অনেক স্থলেই প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। দেখ যদি দুইজন লোক কোন ব্যক্তির দুই দিকে হাত ধরিয়া টানিতে থাকে তবে ঐ ব্যক্তি কোন এক জনের দিকে না গিয়া উভয়ের মধ্য দিয়া যাইবে। যখন ধনুক যোগে শর নিক্ষিপ্ত হয় তখনও ঐ ধনুকের জ্যা শরকে দুইদিক হইতে ঠেলে তাহাতে শর উভয় বলের মধ্য স্থান দিয়া গমন করে। পরবর্ত্তী প্রতিরূপে দেখিয়া স্পষ্ট বুঝিয়া লও।



যখন কেহ স্রোতস্বতী নদী সন্তরণ দ্বারা স্বয়ং পার হয় তখন সে ব্যক্তি ঠিক সমান পার হইয়া যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের স্রোতঃ প্রযুক্ত তাহাকে প্রবাহাভিমুখেও কিয়দ্দূর ভা-

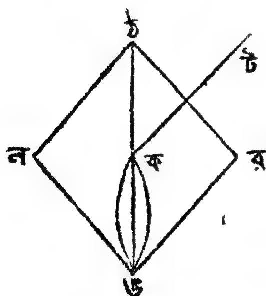


সিয়া যাইতে হয়। অতএব সে ঠিক্ সমানরূপে পার হইয়া অপর পারে উঠিতে পারে না, ঊর্দ্ধবর্ত্তী প্রতিরূপে ইহা সপ্রমাণ কর।



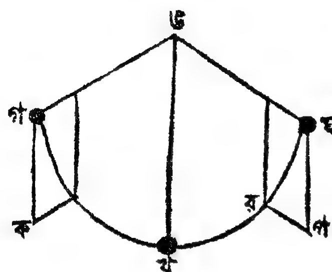
নাবিকেরা এই বিষয় উত্তমরূপ বুঝিয়া থাকে এবং ইহা বুঝিয়া সুকৌশলে নৌকা চালায়। বাম ভাগস্থ চিত্র দেখিয়া বিবেচনা কর 'কঙ' নামক নৌকার 'চ' 'ছ' 'খ' ও 'গ' এই চারি স্থানে

চারিটা দাঁড় আছে। কেবল এক দিগের দাঁড় টানিলে নৌকা ঠিক যায় না: একেবারে দুই দিকের দাঁড় ফেলিতে হয়। 'খ' এবং 'গ' এই দুই স্থানে যে দুই দাঁড় আছে তদ্দ্বারা নৌকার গতি 'কত' অভিমুখে হইতে পারে, আর 'চ' 'ছ' স্থলে যে দুই দাঁড় আছে তদ্দ্বারা উহার গতি 'কপ' রেখাক্রমে হয়। সুতরাং উভয় গতির ফল কর্ণরেখাক্রমে হইয়া নৌকা 'কট' রেখায় চলিতে থাকে। যে জলে নৌকা চলিতেছে যদি তাহাতে অননুকূলরূপে স্রোতঃ বহিতে থাকে অথবা তৎকালে কোন দিকে বায়ু বহে কিম্বা পূর্ব্বোক্ত চারিটা দাঁড়ের মধ্যে যাহার বল অপেক্ষাকৃত অধিক বা অল্প হয়, তাহা হইলে নৌকা ঠিক সমান যাইতে পারে না। ঐ সকল বৈষম্য নিবারণ করা কর্ণধারের কর্ম্ম।



এই চিত্রে বিবেচনা করিতে হইবে, 'কঙ' নৌকা 'কঠ' পথে যাইবে, কিন্তু পূর্ব্বোক্ত কোন কারণ সম্ভবতঃ উক্ত নৌকার গতি 'কট' বা 'ঙর' রেখা ক্রমে হইতেছে, এস্থলে কর্ণধারকে এমত করিয়া হালি ধরিতে হইবে যাহাতে নৌকার গতি 'ঙ' 'ল' রেখা ক্রমে হয়। 'ক' 'ঙ' হইতে 'রঠ' এর সমান এবং সমান্তরাল 'ঙল রেখা টানিলে বুঝাইবে যে, 'ঙর' এবং 'ঙল' এই দুই'

গতির সংঘাতে 'ঙকঠ' বা 'কঠ' অভিমুখে গতি-ফল জন্মিবে।



আবার এই চিত্রে বিবেচনা করিয়া দেখ, 'খ' নামক কন্দুক 'ঙখ' রজ্জু দ্বারা লম্বমান আছে। যদি 'খ'কে 'ঘ' পর্য্যন্ত তুলিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায় তবে উহা 'ঘখগ' নামক পথে পুনঃ২ গমন করিতে থাকে। এই স্থলে বিবেচনা করিতে হইবে যে, 'ঙখ' রজ্জু যত বলে 'খ' নামক কন্দুককে ঝুলাইয়া রাখিয়াছে, পৃথিবীও ঠিক তত বলে উহাকে নিম্নে আকর্ষণ করিতেছে। কারণ, পৃথিবী অধিক বলে আকর্ষণ করিলে, কন্দুক পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে পড়িয়া যাইত; রজ্জুর বল* অধিক হইলে উহা আরও ঊর্দ্ধে উঠিত। অতএব বলিতে হইল 'খ'এর প্রতি উপর ও নীচের দুই দিকের বলই সমান। এক্ষণে বোধ কর যখন 'খ' 'ঘ' স্থানে গিয়াছে তখন পৃথিবী 'ঘপ' রেখা ক্রমে উহাকে আকর্ষণ করিতেছে তবে 'ঘঙ' অর্থাৎ রজ্জু স্থানীয় বল 'ঘপ'এর সমান হইবে, সুতরাং কন্দুকের গতি-ফল ঘর' প্রভৃতি সূক্ষ্ম২ অংশে ক্রমশঃ হইয়া পরি-

* গতির উৎপাদক এবং নিবারক উভয়কেই 'বল' বলাযায়।

শেষে 'ঘখগ' চিহ্নিত ধনুর আকারে দৃষ্ট হইবে। পরন্তু কন্দুক যে 'খ' স্থানে আসিয়া ক্রমেং আরও উর্দ্ধদিগে উঠিয়া যায় তাহার কারণ ঐ কন্দুকের নিশ্চেষ্টতা গুণ মাত্র—অর্থাৎ যেমন পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, জড় বস্তুকে একবার পরিচালিত করিলে সে স্বয়ং নিবৃত্ত হইতে পারে না। এই হেতু 'খ,' 'ঙ' এর ঠিক্ নীচে আসিয়াও স্থির হয় না।

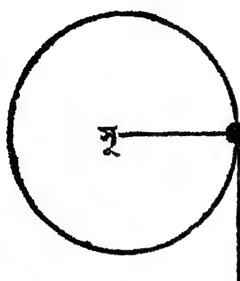
দুই বলের প্রভাবে সকল স্থানেই কেবল সরল রেখায় বা ধনুর আকারে গতি-ফল জন্মে এমত নহে, কোথাওং দুই বলের সম্পূর্ণ যোগে বৃত্তাকার গতি-ফলও উৎপন্ন হইয়া থাকে। তাহার প্রমাণ, কোন রজ্জুর এক প্রান্তে একটী কন্দুক বদ্ধ করিয়া এবং ঐ রজ্জুর অপর প্রান্ত মৃত্তিকা প্রোথিত কীলকে বদ্ধ করিয়া যদি কন্দুকের প্রতি একদিক হইতে বল পূর্ব্বক আঘাত করা যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে, কন্দুকটী অনেক বার কীলকের চতুর্দ্দিকে ফিরে। তাহার কারণ পার্শ্ববর্ত্তী চিত্র* দেখিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে। এ স্থলে 'কখ' রজ্জু 'ক' নামক কীলকে বদ্ধ আছে, এক্ষণে যদি 'খ' এর প্রতি 'খচ' অভিমুখে আঘাত করা

* এই চিত্রে কিঞ্চিদ্দোষ হইয়াছে। উভয় বল সংযোগে যে

যায় তবে উহা সেই আঘাতের বলে 'খ১' স্পর্শ-জ্যা রেখা-ক্রমে যাইতে চাহে, কিন্তু 'কখ' রজ্জু দ্বারা বদ্ধ থাকাতে সেই রূপ যাইতে পারে না। 'খক' এবং 'খচ' এই দুই বলের সংঘাতে 'খপ' গতি-ফল জন্মে। পুনর্ব্বার 'পর' এবং 'কপ' এই দুই বলের যোগে 'পগ' গতি ফল হয়। এই প্রকার 'গশ' এবং 'কগ' যোগে 'গফ' হয়, এবং 'ফধ' ও 'কফ' যোগেও ঐ রূপ হইতে থাকে। এই রূপে দ্রব্যটা 'খপ' প্রভৃতি সূক্ষ্ম২ অংশে ক্রমশঃ গমণ করত পরিশেষে একটী বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করে।

ঘোড়ার চক্র দেওয়া দেখিলে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে বোধগম্য হয়। এক জন ঘোড়ার মুখরশ্মি ধরিয়া দণ্ডায়মান থাকে, আর এক ব্যক্তি ঐ অশ্বকে কশাঘাত করে। কশাঘাত করিলেই ঘোড়া বেগে চলিয়া যাইতে চেষ্টা পায়, কিন্তু মুখরশ্মি দ্বারা বদ্ধ থাকাতে উভয় বলের বশীভূত হইয়া চক্রাকার পথে ভ্রমণ করিতে থাকে। পৃথিব্যাদি গ্রহগণ যে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া স্বস্ব কক্ষে ভ্রমণ করিতেছে, তাহাও উক্ত প্রকার বল দ্বয় প্রভাবেই হইতেছে।

ক্ষুদ্র২ সমান্তরাল-চতুর্ভুজ জন্মে তাহা যথার্থরূপে প্রদর্শিত হয় নাই। রেখা গুলি সমান্তরাল হয় নাই। কিন্তু ইহাতেই তাৎপর্য্যার্থ বোধ হইতে পারিবে।



যে দুই বলে বস্তুর চক্রাকার পথে ভ্রমণ হয় পণ্ডিতেরা তাহাদিগের দুইটী নাম রাখিয়াছেন। যে বলের প্রভাবে দ্রব্য কেন্দ্রের অভিমুখে যায় তাহার নাম কেন্দ্রাভিমুখ, আর যাহার প্রভাবে উহাকে কেন্দ্র ত্যাগ করিয়া যাইতে হয় তাহার নাম কেন্দ্র-বিমুখ বল। উপরিস্থ চিত্রে 'সূ' ও 'পৃ'কে সূর্য্য ও পৃথিবীর প্রতিরূপ স্বীকার কর, এক্ষণে 'পৃচ' রেখায় পৃথিবীর কেন্দ্র-বিমুখ বল দৃষ্ট হইতেছে এবং 'সূপৃ' রেখাতে কেন্দ্রাভিমুখ বল দেখা যাইতেছে। যদি পৃথিবীর প্রতি কেন্দ্রাভিমুখ বল না থাকিত তবে ইহা 'পৃচ' এই স্পর্শ-জ্যা রেখাক্রমে চলিয়া যাইত, বৎসরেং সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিত না। আবার যদি ইহার প্রতি কেন্দ্র-বিমুখ বল না থাকিত, তাহা হইলে ইহা 'পৃসূ' রেখাক্রমে সূর্য্য কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া ক্রমশঃ তাহার নিকটবর্ত্তী এবং পরিশেষে সূর্য্য শরীরে পতিত ও তাহাতে বিলিপ্ত হইত।

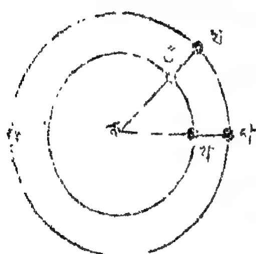
যেমন সরল রেখায় যে গতি-ফল জন্মে তাহাকে বিভাগ করিয়া সেই গতি-ফল কোন্২ গতির সংঘাতে জন্মিয়াছে তাহা জানিতে পারা যায়, সেই রূপ চক্রাকার গতিতেও যে কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্র-বিমুখ দুই বলের

কার্য্য হইতেছে তাহাও গণিত শাস্ত্রের কিঞ্চিৎ আশ্রয় লইলেই অনায়াসে বুঝিতে পারা যায়। ঘোড়াকে চক্র দেওয়াইবার সময় যদি হঠাৎ তাহার মুখরশ্মি ছিন্ন হয়, তবে ঘোড়া সরল রেখাক্রমে বেগে চলিয়া যায়। বালকেরা যখন ফিঙ্গা দ্বারা ঢিল ছোড়ে তখন ফিঙ্গাটীকে বারকত ঘুরাইয়া ঢিল ছাড়িয়া দেয়, ছাড়িয়া দিবামাত্র ঐ ঢিল অতিশয় বেগে সরল রেখাক্রমে গমন করে। ছুরিতে শান দিবার সময় শানটা চক্রাকারে ঘুরে, কিন্তু তদ্দারা ছুরির মল সমস্ত সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া পড়িতে থাকে। যাঁতায় কোন দ্রব্য চূর্ণ করিতে যত বেগে যাঁতা ঘুরাইয়া দেওয়া যায়, উহা হইতে চূর্ণ সমস্ত তেমনি বেগে সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া আইসে। লাঠিম ঘুরাইয়া তাহার উপর ক্ষুদ্র দ্রব্য রাখিয়া দিবার চেষ্টা করিলেই দেখা যায় যে, ঐ দ্রব্য লাঠিম কর্ত্তৃক সরল রেখাক্রমে দূরীকৃত হইতে থাকে।

কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্র-বিমুখ-বল দুই পরস্পর সমান না থাকিলে কোন দ্রব্যের চক্র গতি হইতে পারে না। কারণ যদি কেন্দ্র-বিমুখ-বল অধিক হয়, তবে দ্রব্যটা স্পর্শজ্যাক্রমে যায়, আর যদি কেন্দ্রাভিমুখ-বল অধিক হয়, তবে উহাকে ক্রমশঃ কেন্দ্রের দিকে যাইতে হয়। অতএব এই দুই বলের মধ্যে একটীর পরিমাণ নিশ্চয় করিতে পারিলে দুইটীরই পরিমাণ নিরূপিত

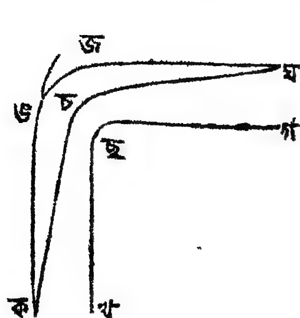
হইতে পারে। কিন্তু ইহাদিগের পরিমাণ নির্দ্দেশ করা অপেক্ষা কি রূপে ইহাদিগের হ্রাস বৃদ্ধি হয় তাহা প্রথমতঃ জানা আবশ্যক। দেখা গিয়াছে, রজ্জুতে একটী ঢিল বাঁধিয়া ঘুরাইতে ঘুরাইতে যদি ক্রমশঃ তাহার বেগ বৃদ্ধি করা যায়, তবে রজ্জু ছিন্ন হয়। সুতরাং চক্র-গতির বেগ বৃদ্ধি হইলে তাহার কেন্দ্র-বিমুখ-বলও বর্দ্ধিত হয়, ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল। আবার ইহাও দৃষ্ট হইয়াছে যে রজ্জুতে কোন লঘু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘুরাইলে রজ্জু ছিন্ন হয় না, কিন্তু যদি তাহাতে কোন গুরু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায় তবে সেই বেগেই রজ্জু ছিন্ন হয়। অতএব ইহাও স্বীকার করিতে হইল যে, দ্রব্য ভারী হইলে তাহার চক্র ভ্রমণে কেন্দ্র-বিমুখ-বল গরিষ্ঠ হইয়া থাকে। অপিচ, ইহাও দৃষ্ট হইয়া থাকিবে যে কোন দ্রব্যকে একটা রজ্জুর অগ্রভাগে বন্ধন করিয়া এবং সেই রজ্জুর অপর প্রান্ত অঙ্গুলি দ্বারা ধারণ করিয়া যদি তাহাকে ঘূর্ণিত করা যায় এবং ঐ প্রকারে ঘূর্ণিত করিতেই ক্রমশঃ রজ্জুকে দীর্ঘ করা যাইতে থাকে তবে রজ্জুটা যত দীর্ঘ হয় তাহাকে ঘূর্ণিত করিতে ততই অধিকং বলের প্রয়োজন হইতে থাকে। এই রূপ করাতে কখনও বা রজ্জু সমধিক দীর্ঘ হইয়া ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব বোধ হইতেছে যে, কেন্দ্র হইতে যত দূরে কোন দ্রব্য ঘূর্ণিত হয়, তাহার কেন্দ্র-বিমুখ-বল ততই

বাড়ে। ফলতঃ এই রূপে যে কেন্দ্র-বিমুখ-বল বর্দ্ধিত হয় মাত্র। ইহা এই প্রতিকৃতি দেখিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে। তাহার কারণ কেবল দ্রব্যের ভ্রমণ কালীন বর্দ্ধিত বেগ রজ্জু



ক্ষুদ্র থাকিলে যদি দ্রব্য টা কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে 'খ' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত যায় এবং রজ্জু দীর্ঘ হইলে যদি ঐ দ্রব্য সেই কালের মধ্যে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত যাইতে থাকে এমত হয়, তবে 'খঙ' যত স্থান 'গঘ' তাহা হইতে অধিক স্থান ইহা স্পষ্টই দৃষ্ট হইতেছে। পরন্তু সমকালে অধিক স্থান যাওয়া বেগ অধিক না হইলে হয় না। অতএব রজ্জু দীর্ঘ করায় বেগ বাড়ে ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল।

১।—কেন্দ্র-বিমুখ-বলের কার্য্য নানা স্থলে দেখিতে পাওয়া যায়। বেগে দৌড়িতেং যদি কাহাকেও পথের বক্রতা প্রযুক্ত বক্র হইয়া যাইতে হয়, তবে দেখিতে পাই তিনি সেই বক্র স্থলে উপস্থিত হইলেই পথের মধ্য দিকে সরিয়া আইসেন। তাহা না আসিলে পথের বহির্ভূত হইয়া পড়িবার সম্ভাবনা থাকে। 'কখগঘ' যেন

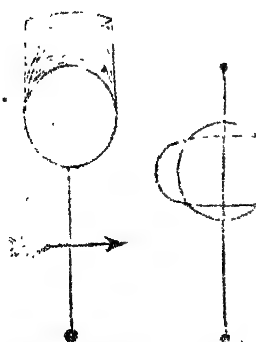


একটী বক্র পথ। ঐ পথে বেগে যাইতে হইলে 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত, এবং 'ঙ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত সমান রূপে যাওয়া যায় না। 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত বেগে চলিয়া গেলে 'ঙ' উত্তীর্ণ হইয়া বহিষ্কৃত 'জ' স্থানে পড়িতে হয়। এই জন্য 'কচঘ' রেখাক্রমে যাওয়া আবশ্যক, এবং ঐ রেখাক্রমে যাইবার কালীন 'খছগ' অভিমুখে ঝুঁকিয়া যাইতে হয়। আর বিবেচনা করিয়া দেখিলে ইহাও স্পষ্ট বোধ হইবে যে, এই রূপ গমন কালে যে দিকে ঝুঁকিয়া যাওয়া যায় সেই দিকের পাদের কনিষ্ঠাঙ্গুলির দিক ও অপর দিকের পাদের বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠের দিক যেমন বলে ভূতল স্পর্শ করে অপর ভাগ তেমন করে না। এইরূপে কেন্দ্র-বিমুখ-বলের বিপরীত কার্য্য করিয়া অনায়াসে বেগে যাওয়া যায়। শকটাদির এইরূপ করিয়া চলিবার সমর্থ্য নাই। সুতরাং তাহারা যাইতে২ প্রায়ই সুকৌশলে চালিত না হইলে ঐ সকল স্থলে স্থগিত হইয়া থাকে, অথবা পড়িয়া যায়।

২।—আবর্ত্ত হইলে মধ্যে স্থলের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উচ্চ হইয়া উঠে তাহারও কারণ কেন্দ্র-বিমুখ-বল। ইহা অতি সহজে পরীক্ষা করিয়া দেখা যায়।

একটা গ্লাসে অর্দ্ধ গ্লাস পরিপূর্ণ জল রাখিয়া যদি সেই গ্লাসকে দুই হাতে ঘর্ষণ দ্বারা বেগে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে গ্লাসের মধ্য ভাগের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উন্নত হইয়া উঠে। অধিক বেগে ঘুরাইলে জল উচ্ছ্বসিত হইয়া পড়ে।

৩।—জলপূর্ণ-ভাণ্ডের মুখে রজ্জু বন্ধন করিয়া যদি অতি বেগে সেই ভাণ্ডকে ঘর্ণিত করা যায়, তবে জল মস্তকের উপর দিয়া উল্টাইয়া আইসে, তথাপি কেন্দ্র-বিমুখ-বলের প্রভাবে ভাণ্ড হইতে নীচে পড়িয়া যায় না। পরবর্ত্তী প্রথম প্রকৃতি দেখিয়া ইহা সপ্রমাণ করিয়া লও।



৪।—বালকেরা যে ফিঙ্গা লইয়া খেলা করে তাহার ঢিল যে নীচে পড়িয়া যায় না তাহারও এই কারণ।

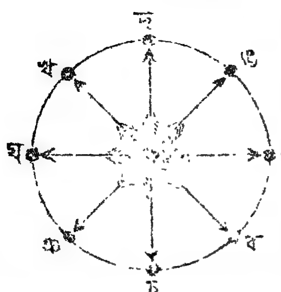
৫।—একটা তাল পত্রকে মুড়িয়া বৃত্তাকার করত যদি ঐ তালপত্রের দুই স্থানে দুইটী ছিদ্র করিয়া একটা কাষ্টিকা পরিহিত করান যায় এবং ঐ রূপ করিয়া কাটির এক দিক্ ভূমি স্পর্শ করাইয়া অপর দিকে দুই হস্ত দ্বারা ঘর্ষণ করত উহাকে অতি বেগে ঘূর্ণিত করা

যায়, তবে সেই বৃত্ত ঊর্দ্ধ এবং অধোভাগে সঙ্কুচিত হইয়া ক্রমশঃ দুই পার্শ্বে স্ফীত হইয়া উঠিবে।

৬।—কোন দ্রব্য ভ্রামিত হইলেই এই রূপ ঘটে। পৃথিবীও আপন ব্যাসের উপর বেগে অনবরত ভ্রমণ করিতেছে। সুতরাং ইহারও মধ্যভাগ অধিক স্ফীত হইবার সম্ভাবনা, বাস্তবিক তাহাই হইয়াছে। পৃথিবীর নিরক্ষদেশ বেষ্টনকারী বৃত্তের ব্যাস যত বড় ইহার উভয় মেরু বেষ্টনকারী বৃত্তের ব্যাস তত বড় নয়, নিরক্ষ বৃত্তের ব্যাস প্রায় ২৩ ভূগোল মাইল অধিক।

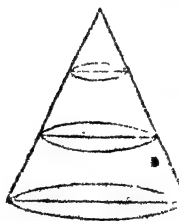
৭।—কেন্দ্র-বিমুখ-বলের আর কতক গুলি উত্তম উদাহরণ আছে। অভিনিবেশ পূর্ব্বক বুঝিলে তদ্দ্বারা অনেক শিক্ষা প্রাপ্ত হওয়া যায়। কিন্তু গণিত শাস্ত্রে সমীচীন ব্যুৎপত্তি না থাকিলে ঐ গুলির বিশেষ তাৎপর্য্য বোধ হওয়া সুকঠিন—অতএব এই স্থলে কেবল তাহাদিগের উল্লেখ মাত্র করা যাইতেছে।

যখন এক খানি থালা বা অপর কোন সমতল দ্রব্যকে অঙ্গুলির ঊর্দ্ধে স্থাপন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায়, তখন ঐ দ্রব্যের চক্র গতি হইতে থাকে, কিন্তু উহার কেন্দ্রাভিমুখ-বল কোথায় হঠাৎ তাহা বুঝিতে পারা যায় না। অতএব ঐ স্থলে বিবেচনা করিতে হয় যে, ঐ থালা খানি বহু পরমাণুর সমষ্টি। উহার মধ্য স্থলে, যথা পরবর্ত্তী



প্রতিকৃতিতে 'ক'এর নীচে, অঙ্গুলি প্রদান করাতে উহা অঙ্গুলির উপর স্থির হইয়া আছে, এবং বেগে ভ্রামিত হওয়াতে উহার একটী পরমাণু 'ব' যেমন শরাভিমুখে যাইতে চেষ্টা করিতেছে, অপর দিকের পরমাণু 'খ'ও সেই রূপ বিপরীত দিকে যাইবার চেষ্টা করাতে দুইয়ের কেহই যাইতে পারে না। 'চ'য়ে 'ছ'য়ে 'ঙ'তে 'ঞ'তে এবং 'প'য়ে 'ঘ'য়েও এই রূপ হইতেছে। সুতরাং ভিন্ন২ পরমাণুর কেন্দ্র-বিমুখ-বলই একটী কেন্দ্রাভিমুখ-বলের কার্য্যকারী হইতেছে।

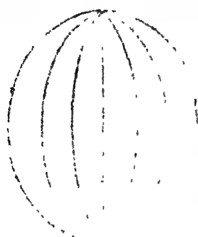




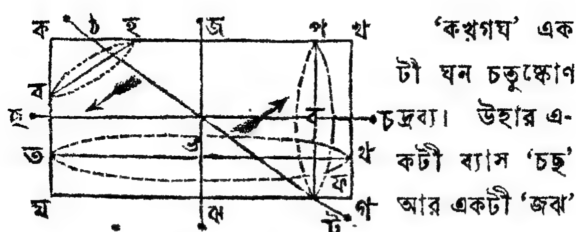
কতকগুলি বৃত্তকে উপর্য্যুপরি করিয়া বসাইলে একটী স্তম্ভ হয়। সুতরাং যদি স্তম্ভাকার কোন পদার্থকে উহার ব্যাসের উপর ঘূর্ণিত করা যায়, তবে ঐ ব্যাসের উপরে কোন দিক্ হইতে টান পড়ে না।

নীচের বৃত্তটী বড় তাহার উপরের টী তদপেক্ষা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র এই রূপ অনেক গুলি বৃত্তকে উপর্য্যুপরি

সংস্থাপিত করিলে একটী বৃত্তসূচী হয়। সুতরাং বৃত্ত-সূচীরও পূর্ব্বোক্ত গুণ থাকে। অর্থাৎ উহাকে ঘূর্ণিত করিলে সকল দিক হইতেই সমান আকর্ষণ হয়।



বৃত্তের ঘূর্ণনে বর্ত্তুল উৎপন্ন হয়। সুতরাং গোল পদার্থেরও এই গুণ থাকে। অতএব ইহা দ্বারা এই সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, যে দ্রব্যকে ঘূর্ণিত করা যায় উহা যে ব্যাসের উপরে নির্ভর করিয়া ঘুরে যদি সেই ব্যাস হইতে দুই দিকের পরমাণু উভয় দিকে সমদূরবর্ত্তী হয়, তাহা হইলেই ব্যাসের উপর কোন দিকে টান পড়ে না। কিন্তু যদি তাহা না হইয়া কোন এক দিকের একটী পরমাণু যে বৃত্তে ভ্রমণ করে তাহার বিপরীত দিকের পরমাণু ঠিক্ সেই বৃত্তে না ঘুরে তাহা হইলেই একদিকের এক স্থানের কেন্দ্র-বিমুখ-বল অধিক এবং অপর দিকের সেই বল অল্প হওয়াতে ব্যাসের উপর আকর্ষণ হয়। তাদৃশ দ্রব্য কেবল অঙ্গুলির অগ্রভাগের উপরিস্থিত হইয়াই ঘূর্ণিত হইতে পারে না। ইহা একটী প্রতিকৃতি দ্বারা আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে।



'কখগঘ' একটী ঘন চতুষ্কোণ দ্রব্য। উহার একটী ব্যাস 'চছ' আর একটী 'জঝ' এবং আর একটী 'টঠ'। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে, 'চছ' ব্যাস ধরিয়া ঐ দ্রব্যকে ঘুরাইলে ঐ 'চছ'য়ের দুই দিকে 'প' এবং 'ফ' প্রভৃতি যত পরমাণু আছে তাহারা ঐক-বৃত্তিক হইয়া ঘুরিবে। সুতরাং 'পফ'য়ের কেন্দ্র-বিমুখ বল ঠিক সমান এবং পরস্পর বিপরীত দিকে অবস্থিত হওয়াতে 'চছ' ব্যাসের 'ব' স্থানে কোন দিকে টান পড়িবে না। এই রূপ 'চছ'য়ের সর্ব্বত্রই হইবে।

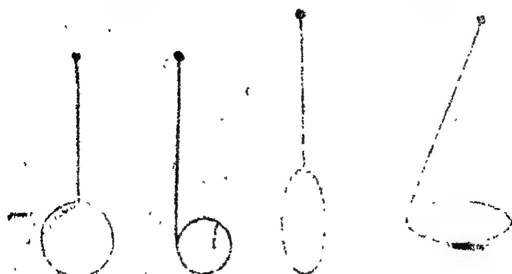
'জঝ' ব্যাসের উপর ঘুরাইলেও ঠিক্ ঐরূপ ঘটিবে। অর্থাৎ 'ত' এবং 'থ' আদি সকল পরমাণু 'জঝ' হইতে সমদূরবর্ত্তী হওয়া প্রযুক্ত উহারাও ঐক-বৃত্তিক হইয়া ভ্রমণ করিবে। সুতরাং ঐ 'জঝ' ব্যাসের 'ভ' আদি কোন স্থানেই কোন দিকে টান পড়িবে না।

কিন্তু 'টঠ' ব্যাসের উপর ঘুরাইতে গেলে এই প্রকার হইবে না, কারণ 'হ' 'র' প্রভৃতি দুই দিকের পরমাণু সমস্ত 'টঠ' হইতে সমদূরবর্ত্তী নয়। সুতরাং 'র'এর কেন্দ্র-বিমুখ-বল যত হইবে 'হ'য়ের কদাপি তেমন হইতে পারিবে না। ঐ ব্যাসের 'ট'য়ের দিকে এক রূপ

কিন্তু 'ঠ'য়ের দিকে তাহার বিপরীত রূপ ঘটিবে। যে দিকে যে অভিমুখে অধিক টান পড়িবে তাহা দুইটী শর দ্বারা চিহ্নিত করা গিয়াছে। শরের মুখ যে দিকে সেই দিকে আকর্ষণের আধিক্য বুঝিতে হইবে।

এক্ষণে ঐ শরাভিমুখ দুই বলের প্রকৃতি পরীক্ষা করিলেই বোধ হইবে যে, উহারা উভয়েই যাহাতে 'টঠ' ব্যাসকে 'চছ' প্রধান ব্যাসের সহিত মিলিত করিতে পারে এমত চেষ্টা পাইতেছে। ফলেও তাহাই দেখা যায়, 'টঠ' ব্যাস ধরিয়া দ্রব্যটাকে ঘুরাইতে গেলে যেমন দুই দিকে জোর পড়ে বোধ হয়, চছ' ধরিয়া ঘুরাইলে কখনই তেমন বোধ হয় না।

অন্য প্রকার পরীক্ষা দ্বারাও এই কথা সপ্রমাণ করা যাইতে পারে। একটী অঙ্গুরীয়ের এক পার্শ্বে সূত্র বদ্ধ করিয়া ঝুলাইয়া ধর এবং ক্রমেং ঐ সূত্রে পাক দিতে থাক। অঙ্গুরীয়টা ঘুরিতেং ক্রমে উন্নত হইয়া উঠিবে, অর্থাৎ নিম্নের প্রথম প্রতিকৃতে যেরূপ আছে ঘুরাইলে



উহা সে প্রকার না থাকিয়া দ্বিতীয় প্রতিকৃতির অনুরূপ আকারে ঘুরিতে থাকিবে।





বৃত্তাভাস অঙ্গুরীয় লইয়া পরীক্ষা করিলে যে প্রকার দৃষ্ট হয় তাহাও উপরিস্থ অপর প্রতিকৃতি দ্বয়ে স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে।

স্তম্ভ লইয়া উক্তরূপ পরীক্ষা করিলে যে রূপ দেখা-যায় তাহাও পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে প্রদর্শিত হইল।

এক গাছি শিকল লইয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিলে নিম্নস্থ প্রতিকৃতির অনুরূপ দৃষ্ট হইবে।





বালকেরা এই রূপে নানা প্রকার করিয়া ক্রীড়া করিয়া থাকে। তাহারা ইহার কারণ অনুসন্ধান করিতে পারে না; কিন্তু এই সকল নৈসর্গিক শক্তির প্রকৃতি পরীক্ষায় তাহাদিগের সমূহ আনন্দানুভব হয়।

[সাপেক্ষ এবং নিরপেক্ষ গতি।]

গতির দ্বিতীয় নিয়মের অন্তর্গত আর একটী কথা আছে। গতি বলিলে বস্তুর স্থানান্তর হওয়া মাত্র বুঝায়।

কিন্তু স্থানের নিরূপণ নাই। সুতরাং স্থানান্তর হওয়া এই কথার অর্থ যদিও আপাততঃ সহজ বলিয়া বোধ হয়, কিন্তু বাস্তবিক ইহা তাদৃশ সহজ নহে।

দেখ, কোন ব্যক্তি নৌকারূঢ় হইয়া যাইতেছে যদি যে মুখে নৌকা যাইতেছে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ নৌকার অগ্রভাগ হইতে কর্ণধারের অভিমুখে গমন করেন এবং নৌকা যত বেগে এক দিকে যাইতেছে তিনিও তাহার সমান বেগে অপর দিকে যান তবে ঐ ব্যক্তির স্থানান্তর হওয়া হইতেছে, এমত বলা যায় কি না, ইহা জিজ্ঞাস্য হইতে পারে। কারণ নৌকা যে সময়ে পাঁচ হাত পশ্চিম দিকে যায়, তিনিও যদি সেই সময়ে পাঁচ হাত পূর্ব্বদিকে গমন করেন তবে, যে নদীর উপর তাঁহার নৌকা যাইতেছে সেই নদীর সম্বন্ধে তাঁহার কিছুমাত্র স্থানান্তর হওয়া হয় নাই—পরন্তু নৌকা সম্বন্ধে তাঁহার স্থানান্তর হওয়া হইয়াছে। সুতরাং যদি নদীকে নিশ্চল জ্ঞান করা যায়, তবে বলা যাইতে পারে যে, ঐ ব্যক্তির গতি নৌকা সাপেক্ষ, তাঁহার গতি নদী সাপেক্ষ নয়। কিন্তু বাস্তবিক নদীও স্থির নয়—নদী যে পৃথিবীতে আছে সে পৃথিবীও স্থির নয়—পৃথিবী যে কক্ষাতে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিতেছে সে সূর্য্যও স্থির নয়—সুতরাং কোন দ্রব্যের গতি হইতেছে দেখিলেই যে সে বাস্তবিক স্থানান্তরিত হইতেছে এমত হঠাৎ বলা যায় না। তবে যে দ্রব্যের উপর কাহার গতি হইতেছে সেই দ্রব্যের সম্বন্ধে, অথবা

অন্য কোন নির্দ্দিষ্ট দ্রব্যের সম্বন্ধে স্থানান্তরতা ঘটিতেছে এমত অবশ্য বলা যাইতে পারে। ইহারই নাম সাপেক্ষ গতি। অতএব আমরা সাপেক্ষ গতিরই উদাহরণ দেখিতে পাই, নিরপেক্ষ গতি আছে ইহা অনুভব মাত্র করিতে পারি। এই দ্রব্যটী সচল বা ঐটী অচল এমত কথা তাহাদিগের পরস্পর সাপেক্ষ গতিকেই লক্ষ করিয়া বলা গিয়া থাকে।

সাধারণ গতি।

এই ক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, কোন সচল দ্রব্যের উপর যে পদার্থ থাকে তাহা ঐ দ্রব্যের উপর এক নিরূপিত স্থান লইয়া থাকিলেও বস্তুতঃ তাহার গতি আছে। না থাকিবেই কেন?। কোন জড় পদার্থের গতি হইতেছে বলিলে তাহার কোন অংশ বিশেষেরও গতি হইতেছে—ইহা বলা যেমন বাহুল্য, তেমনি সচল দ্রব্যের উপর যে অপর কোন দ্রব্য অবস্থিত হইয়া আছে তাহাও ঐ দ্রব্যের সহিত সচল হইতেছে ইহা বলা অনাবশ্যক বোধ হয়। নৌকারূঢ় ব্যক্তির কি সেই নৌকার সহিত গতি হয় না?। যিনি গাড়ি চড়িয়া যাইতেছেন তাঁহার শরীর কি গাড়ির সহিত স্থানান্তরিত হইতেছে না?।

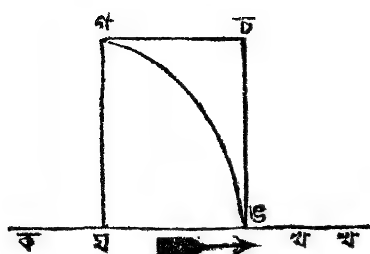
অতএব চলিষ্ণু দ্রব্যের উপর যে পদার্থ স্থির হইয়া থাকে তাহারও বাস্তবিক গতি আছে। সেই গতির নাম সাধারণ গতি। ইহার কার্য্য নানা স্থলে স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়। বিশেষতঃ তাদৃশ দ্রব্যের প্রতি অন্য কোন বল প্রযুক্ত হইলে তজ্জাত গতি এবং উহার যে সাধারণ গতি পূর্ব্বে ছিল এই উভয় গতিতে মিলিত হইয়া নিয়মানুসারে যে প্রকার গতি-ফল জন্মে তাহা দেখিয়া কোথাও২ অত্যন্ত চমৎকৃত হইতে হয়।

নৌকায় পাইল দিয়া বেগে যাওয়া যাইতেছে। এমত সময়ে সেই নৌকার মাস্তুলে উঠিয়া যদি কেহ একটী গুটিকা ফেলিয়া দেয়, তবে ঐ গুটিকা নৌকা নিশ্চল থাকিলে যেমন ঠিক নীচে মাস্তুলের গোড়ায় পড়িত, নৌকা সচল থাকাতেও ইহা আসিয়া অবিকল সেই স্থানেই পড়ে।

বাষ্পীয় শকটে গমন করিতে২ যদি একটী ঢিল নীচে ফেলিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে ঢিল পড়িতে২ গাড়ি চলিয়া যায় বটে, তথাপি ঢিল টা আমাদিগের ঠিক নীচেই ভূমি স্পর্শ করে।

নৌকায় যাইতে২ যদি একটা গোলা লইয়া ঠিক ঊর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত করা যায়, তবে ঐ গোলা পুনর্ব্বার পতিত হইতে২ নৌকা অনেক দূর সরিয়া গেলেও গোলাটা ঠিক হাতেই আসিয়া পড়ে।

এই রূপ ঘটিবার কারণ নিম্নবর্ত্তী প্রতিকৃতি দ্বারা প্রকাশ



করা যাইতেছে। 'কখ' যেন এক খানি নৌকা। উহার মাস্তুল 'গঘ'এর উর্দ্ধ হইতে একটী কন্দুক নিক্ষিপ্ত হইয়াছে। যদি 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়িতে ঐ কন্দুকের যে কাল লাগে সেই সময়ে নৌকার গতি প্রযুক্ত মাস্তুল 'ঘগ' পূর্ব্ব স্থান হইতে সরিয়া গিয়া 'ঙচ' স্থানে উপস্থিত হয়, তবে 'গ' হইতে যে কন্দুক নীচে আসিতেছে তাহার দুইটী গতি হইয়াছে: একটী 'গ' হইতে 'চ' পর্য্যন্ত আর একটী 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত। সুতরাং উভয় গতির সজ্জাত-ফল 'গঙ' রেখাক্রমে* কন্দুকের গতি হইবে এই জন্যই মাস্তুল বাস্তবিক সরিয়া গেলেও গুটিকা আসিয়া ঠিক মাস্তুলের নীচে পড়ে। বাষ্পীয় শকট হইতে যে দ্রব্য উৎক্ষিপ্ত বা নিক্ষিপ্ত হয় তাহাতেও ঠিক ঐ রূপ ঘটে।

ফলতঃ যে স্থলে সচল বস্তুর উপর হইতে কোন দ্রব্য গতি প্রাপ্ত হয়, সে স্থলেই এইরূপ হইয়া থাকে। যদি বল, তবে আমারা কোন উৎক্ষিপ্ত পদার্থের সেই রূপ বক্র গতি দেখিতে পাই না ইহার কারণ কি?; তাহার

* ঐ বক্র-রেখার নাম ক্ষেপণী। উহার প্রকৃতি স্থানান্তরে কথিত হইবে।

কারণ এই, যদি উৎক্ষিপ্ত দ্রব্য কদাপি আমাদিগের মস্তকোপরি না থাকিয়া কোন দিকে সরিয়া যাইত তাহা হইলেই উহার বক্র গতি দেখিতে পাইতাম। কিন্তু উহার যে সাধারণ-গতি হয় তাহারই বশবর্ত্তী হইয়া উহা আমাদিগের সঙ্গে২ই আসিতে থাকে, এই জন্য উহার বক্র গতি দৃষ্টি গোচর হয় না। অর্থাৎ আমরা যেমন যাই উহাও আমাদিগের সহিত ঠিক সমান যাইতে থাকে, এই হেতু উহার বক্র গতি দৃষ্ট হয় না।

গমনশীল দ্রব্যের উপর যে অন্য কোন দ্রব্য থাকে তাহারও যে ঐ দ্রব্যের সহযোগে একটী গতি হয় তাহার আর এক প্রকার উদাহরণ প্রদর্শিত হইতে পারে। দেখ, আমরা যদি সমধিক বেগে একটী ঢিল ছুড়িবার মানস করি, তবে যে দিকে ঐ ঢিল ছুড়িতে হইবে সেই দিকে কিঞ্চিৎ দৌড়িয়া যাই এবং দৌড়িতে২ ঢিল ছুড়ি, তাহা করাতে উক্ত ঢিল অধিক দূরে যাইয়া পড়ে। যদি এক স্থানে স্থির থাকিয়া সমান বলে ঢিল ছোড়া যায় তাহাতে ঢিল কখনই তত দূর যাইতে পারে না। আর যদি এক দিকে ধাবমান হইয়া তাহার বিপরীত মুখে ঢিলকে নিক্ষেপ করি, তাহা সমান বলে করিলেও ঢিল অপেক্ষাকৃত অল্প দূর যাইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই, দৌড়িতে২ ঢিল ছুড়িলে ঢিল দুইটী গতি প্রাপ্ত হয়— একটী আমাদিগের শরীরের সহিত সাধারণ গতি, আর একটী আমাদিগের হস্ত-প্রদত্ত-বল-জনিত গতি। সুতরাং

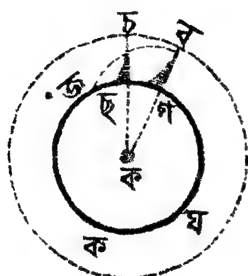
যদি ঢিলকে আমাদিগের গমনের অভিমুখেই নিক্ষেপ করা যায়, তবে সেই দুই গতি এক দিকে হওয়াতে ঢিল অধিক দূর যায়, যদি গমনের প্রতিকূল মুখে নিক্ষেপ করা যায়, তবে ঐ দুইটী গতি পরস্পর বিরোধী হইয়া একটীকে অপরটী হ্রস্ব করে।

গাড়ি যে মুখে চলিতেছে যদি সেই দিকে গাড়ির উপর হইতে শর নিক্ষেপ করা যায়, তবে শর যত দূর যাইবে গমনের বিপরীত দিকে নিক্ষেপ করিলে কখনই তত দূরে যাইবে না।

ট্যাটাওয়ালারা এক প্রকার শল্যাস্ত্র নিক্ষেপ করিয়া মৎস্যাদি বধ করে। যদি নৌকার কর্ণের দিকে বসিয়া মৎস্যের প্রতি ট্যাঁটা নিক্ষেপ করিতে হয়, তবে তাহারা মৎস্য যত দূরে আছে তদপেক্ষা যাহাতে ট্যাঁটা কিঞ্চিৎ অধিক দূরে পড়ে এমত বল দিয়া উহা নিক্ষেপ করে। তাহা করিলেই মৎস্য বিদ্ধ হয়। যদি সমান বলে ট্যাঁটা ফেলে তবে মৎস্যের গাত্র স্পর্শও হয় না। কারণ নৌকার গতির সহিত ট্যাঁটারও একটী সাধারণ-গতি থাকে। সুতরাং তজ্জন্য ট্যাঁটাতে যত বল দেওয়া যায় সমুদায় বল কার্য্যকারী হয় না। কিন্তু যদি নৌকার মুখের দিকে কোন মৎস্যের প্রতি ট্যাঁটা মারিতে হয়, তবে কিঞ্চিৎ অল্প বল দেওয়া আবশ্যক, কারণ নৌকার সহিত ট্যাঁটারও সেই দিকে সাধারণ-গতি হইতেছে। সেই গতি

বশতঃ ট্যাটায় যত বল দেওয়া যায় তাহা অপেক্ষা উহা অধিক দূর গিয়া পড়ে।

সাধারণ-গতির এই রূপ নিয়ম সমস্ত অবগত হইয়া পণ্ডিতেরা পৃথিবীর আহ্নিক গতির একটী প্রত্যক্ষ প্রমাণ দর্শাইয়াছেন। সেই প্রমাণটী অবগত করিতে পারিলে প্রস্তাবিত সাধারণ-গতির প্রকৃতি স্পষ্টরূপে বোধ-গম্য হয়, এই হেতু তাহা এই স্থলে উদ্ধৃত হইল।



'ছগঘ' যেন পৃথিবী, উহা নিরন্তর পূর্ব্বাভিমুখে অর্থাৎ 'গছজ' অভিমুখে ভ্রাম্যমাণ হইতেছে। ইহার উপর 'গব' নামক কোন উচ্চ পর্ব্বত বা কীর্ত্তি-স্তম্ভ আছে। ঐ পর্ব্বতের নীচভাগ, অর্থাৎ 'গ' স্থলে পৃথিবীর যত বেগ, পর্ব্বতের শিখর দেশে, অর্থাৎ 'ব' স্থানে তাহা অপেক্ষা বেগ অধিক। কারণ কেন্দ্র হইতে যত দূর হইবে চক্র-ভ্রমণে বেগ ততই অধিক হয়, ইহা পূর্ব্বেই বলা গিয়াছে। যে সময়ে 'ব' যাইয়া 'চ' স্থলে উপস্থিত হয় সেই সময়ে 'গ' কেবল 'ছ' পর্য্যন্ত যায়। অতএব 'ব' স্থানে অবস্থিত দ্রব্যের 'বচ' অভিমুখে গতি 'গ'য়ের 'গছ' অভিমুখ গতি অপেক্ষা অধিক। সুতরাং যদি কোন দ্রব্য 'ব' হইতে নীচে নিক্ষিপ্ত হয়,

তবে উহা ‘গছ’ এবং ‘গব’ এই দুই গতির অনুসারে না যাইয়া ‘বচ’ এবং ‘বগ’ এই দুই গতির অনুসারে চলে। সুতরাং ‘গ’ হইতে ‘ছ’ যত দূর তত দূরে না পড়িয়া উহা ‘ব’ হইতে ‘চ’ যত দূর ‘গ’ হইতে তত দূরে পতিত হয়। অর্থাৎ উহা ‘জ’ স্থানে পড়ে। ঐ ‘জ’ ‘ছ’য়ের কিঞ্চিৎ পূর্ব্ব দিকে* হয়। অতএব বলা যাইতে পারে যে পৃথিবী অবশ্য পশ্চিম হইতে পূর্ব্ব দিকে ভ্রমণ করিতেছে। নচেৎ কোন অধিক উচ্চ স্থান হইতে দ্রব্যাদি নিক্ষেপ করিলে তাহারা কিহেতু ঠিক নীচে না পড়িয়া সর্ব্বদাই কিঞ্চিৎ পূর্ব্ব দিকে যাইয়া পড়ে?।

তৃতীয় অধ্যায়।

[বেগ-বল—মিলিত-বেগ—বেগ-বল সংঘাত—স্থিতি-স্থাপকতা—আঘাত প্রতিঘাত—গতির তৃতীয় নিয়ম।]

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটী বা তদধিক বল প্রযুক্ত হইলে ঐ পদার্থের গতি যে রূপ এবং যে অভি-

* উত্তর অক্ষাংশ দেশে এই রূপ পরীক্ষা করিলে দক্ষিণ-পূর্ব্ব কোণে এবং দক্ষিণ-অক্ষাংশ দেশে পরীক্ষা করিলে, উত্তর-পূর্ব্ব কোণে গুটিকা পাত হইবে।

মুখে হয়, তাহা পূর্ব্বাধ্যায় সমস্তে কথিত হইয়াছে। এক্ষণে প্রযুক্ত-বলের সহিত উক্ত গতির বেগের যেরূপ সম্বন্ধ হয় তাহা কিঞ্চিৎ বর্ণিত হইবে।

প্রথমতঃ ইহা বিবেচনা করা উচিত যে, বল প্রয়োগ করিলেই জড় পদার্থের গতি জন্মে। যে স্থলে বল প্রয়োগ করিয়াও গতি জন্মাইতে না পারা যায়, তথায় অবশ্য কোন শক্ত্যন্তর প্রতিবন্ধক হইয়াছে মানিতে হয়। আমরা ঠেলা দিয়া বৃক্ষাদিকে ফেলিয়া দিতে পারি না, আর কোন অধিক ভারী দ্রব্যকেও টানিয়া তুলিতে পারি না। তাহার কারণ, আমাদিগের যত বল, পৃথিবী ঐ ভারী দ্রব্য সকলকে তাহা অপেক্ষা অধিক বলে আকর্ষণ করিয়া রাখে। যদি ঐ প্রতিকূল বল না থাকিত তবে অবশ্যই আমাদিগের বল কার্য্যকারী হইত।

কিন্তু জড় পদার্থের প্রতি যদিও বল প্রয়োগ করিলেই গতি জন্মে তথাপি সমান বলে অসমান দ্রব্যের কখন সমান বেগ জন্মিতে পারে না। যে বলে এক ছটাক পরিমিত দ্রব্য ৪ হাত সরিয়া যায় সেই বলে দুই ছটাক ভারী দ্রব্য কখন তত দূর সরে না। সে দুই হাত মাত্র যায়। কারণ যে কোন জড় পদার্থ হউক না কেন তাহাতে যত গুলি পরমাণু আছে, সেই পরমাণু গুলি প্রত্যেকেই নিশ্চেষ্টতা গুণ সম্পন্ন। অতএব তাহাদিগের একটীকে সচল করিতে যত বলের আবশ্যক দুইটীকে সেই পরিমাণ বেগে সচল করিতে তাহার দ্বিগুণ বলের

প্রয়োজন হইবে। সুতরাং যে দ্রব্য যত বহু পরমাণুর সমষ্টি হইবে তাহাকে তত অধিক বলে না সরাইলে সে কখন অল্প-পরমাণু সমষ্টি দ্রব্যের সমান বেগবান্ হইবে না। দুই ছটাক ভারী যে দ্রব্য তাহাতে এক ছটাক ভারী দ্রব্য অপেক্ষা দ্বিগুণ অধিক পরমাণু আছে। অতএব উহাদিগকে সমবেগ প্রদান করিতে হইলে দুই ছটাক দ্রব্যে এক ছটাক ভারী দ্রব্য অপেক্ষা দ্বিগুণ অধিক বল প্রয়োগ করা আবশ্যক।

ফলতঃ যখন কোন দ্রব্য সচল হয় তখন তাহার প্রত্যেক পরমাণুই সমান বেগে চলিতে থাকে, এই রূপ বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, একটী পরমাণুর প্রতি যত বল প্রয়োগ করিলে উহার তাদৃশ বেগ হইত ঐ দ্রব্যে যত গুলি পরমাণু আছে উহার প্রতি তাহার তত গুণ বল প্রযুক্ত হইয়াছে। সুতরাং যখন কোন দ্রব্য বেগে আসিতে থাকে, তখন উহা কত বলে আসিতেছে নির্ণয় করিতে হইলে উহার ভারকে বেগের দ্বারা পূরণ করা আবশ্যক। এই রূপে যে বল নির্ণীত হয় তাহার নাম বেগ-বল। বস্তুতঃ এই বল বেগ দ্বারা জন্মে, এমত বোধ করা কর্ত্তব্য নহে। ঐ দ্রব্যের তাদৃশ বেগ যত বলে হইতে পারে তাহারই নাম বেগ-বল। কামানের গোলা শীঘ্র যায় বলিয়া তাহার বেগ-বল অধিক হয় এরূপ বক্তব্য নহে। কামানের গোলায়

অধিক বল প্রযুক্ত হইয়াছে বলিয়াই উহা তেমন শীঘ্র গমন করে ইহাই বক্তব্য। বল বেগের কারণ, বেগ কদাপি বলের কারণ হইতে পারে না।

এই বিষয়টী আর এক প্রকারে বুঝিয়া দেখিলেও কিঞ্চিৎ অধিক স্পষ্ট হইতে পারে। কোন দ্রব্যের প্রতি সমান বেগে দুইটী গোলা নিক্ষিপ্ত হইল। ঐ দুইটী গোলা উহাতে একেবারে লাগাতে যেরূপ আঘাত হইল, যদি ঐ দুইটী গোলা মিলিয়া একটী হইয়া সেই বেগে আসিয়া লাগিত তাহা হইলেও ঠিক সেই পরিমাণ আঘাত হইত। আঘাত-বলের কিছু ন্যূনাতিরেক হইত না। অতএব বিলক্ষণ বোধ হইতেছে কোন দ্রব্য যত ভারী এবং যত বেগবান্ হয় তাহাতে তত অধিক বল থাকে।

যদি 'ব' দ্বারা বেগ বল বুঝা যায়, এবং 'বে' অর্থে বেগ আর 'ভা' অর্থে ভার হয় তবে, গণিতের সঙ্কেতানুসারে বলের এবং বেগ ও ভারের সম্বন্ধ এই রূপে প্রকাশ হইতে পারে, যথা ব=বে×ভা। অতএব যদি এমত জিজ্ঞাস্য হয় যে, ১ ছটাক ভারী কোন বন্দুকের গুলি প্রতি সেকণ্ডে ৫০০ হাত যায়, আর ১ সের ভারী পাথর প্রতি সেকণ্ডে ৫ হাত যায়, এই দুয়ের মধ্যে কাহার কত বেগ বল, বা কে কত বলে প্রযুক্ত হইয়াছে? তাঁহা হইলে অনায়াসে বলিতে পারা যায় যে ঐ ১ ছটাক পরিমিত গুলির বল (১×৫০০=) ৫০০ ছটাক। আর ঐ

প্রস্তরের বেগ বল (১ × ৪ × ৪ × ৫=) ৮০ ছটাক। সুতরাং প্রস্তর অপেক্ষা গুলির বেগ বল অধিক, অর্থাৎ গুলি অধিক বলে প্রযুক্ত হইয়াছে।

আবার যদি এমত জিজ্ঞাস্য হয়, যে দুইটী দ্রব্য আছে, তাহার মধ্যে একটী ১০ সের ভারী এবং আর একটী ২ সের ভারী। উভয়েরই প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে। যদি সেই বলের দ্বারা ২ সের ভারী দ্রব্য প্রতি পলে ১০ হাত চলে, তবে ১০ সের ভারী দ্রব্যটী কত বেগে চলিবে? এ স্থলে দুইয়ের প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে, অর্থাৎ উভয়েরই বেগ বল সমান। সুতরাং একের ভার এবং বেগ পরস্পর গুণ করিলে যাহা ফল হইবে অপরেরও ভার এবং বেগের গুণ-ফল তাহার সমান হইবে। সুতরাং ১০ সের ভারী দ্রব্যটী সেই বলে দুই হাত মাত্র চলিতে পারিবে।

যদি দ্রব্যটী আরও অধিক ভারী হয় তবে উহার বেগ আরও অল্প হয়, ক্রমে উহা অত্যন্ত বৃহৎ হইলে উহার বেগ হয় কি না বুঝিতেই পারা যায় না। এই রূপ বিবেচনা করিয়া বাজিকরেরা আপনাদিগের বক্ষে বা পৃষ্ঠে কোন গুরুভার দ্রব্য রাখিয়া তাহার উপর প্রহার করিতে দেয়। যত বলে কেন প্রহার করা যাউক না তাহাতে বাজিকরদিগের বিশিষ্ট ক্লেশ হইবার কোন সম্ভাবনা নাই। উক্ত ঐন্দ্রজালিকেরা কখন২ মৃত্তিকার কলসীকে উপুড় করিয়া বসাইয়া রাখে এবং তাহার উপর একটী বৃহৎ

মৃৎপিণ্ড রখিয়া ঐ মৃৎপিণ্ডের উপর যথাসাধ্য বলে লগুড় প্রহার করিতে দেয়, তাহাতে কলসী ভাঙ্গে না। যখন সূত্রধরেরা তক্তায় প্রেক বিদ্ধ করে তখন ঐ তক্তার নীচ ভাগে আপনাদের মুদ্গার ধরিয়া পরে প্রেকের মাথায় আঘাত করে। যদি ঐ রূপ করিয়া মুদ্গার না ধরিত তবে হাতুড়ির আঘাতে প্রেকের সম্মুখবর্ত্তী তক্তার বেগ হওয়াতে হয়ত প্রেক বিদ্ধ হইত না (কাঠ 'থেপে' উঠিত) নচেৎ ফাটিয়া যাইত। কিন্তু প্রেকের সম্মুখে ঐ ভারী মুদ্গার থাকায় উহার মুখের দিকে কাষ্ঠের তেমন বেগ হইতে পারে না—সুতরাং নির্ব্বিঘ্নে প্রেক বিদ্ধ হয় (কাষ্ঠ 'চিড়' খাইয়া উঠে না)।

যেমন বল সমান থাকিয়া ভার অধিক হইলে বেগ অধিক হয় না, তেমনি বেগ অধিক হইলে অবশ্য ভার অধিক হয়। ঘোড়াকে গাড়িতে যুড়িয়া কশাঘাত করিলে ঘোড়া যখন গাড়ি লইয়া দৌড়িয়া যায়, তখন গাড়ির উপরে যে দ্রব্য থাকে সকলই ঐ গাড়ির সহিত গমন করে। কিন্তু ঐ ঘোড়াকে গাড়িতে না যুড়িয়া যদি এক খানি অল্প-ভার তক্তায় যুড়িয়া দেওয়া যায়, তবে ঘোড়া সমান বলে টানিলেও লঘু বস্তু তক্তার বেগ অধিক হওয়াতে উহার উপরস্থ যাবৎ দ্রব্য সকলই নীচে পড়িয়া যায়। বাম হাতের তর্জ্জনির উপর এক খানি মসৃণ তাস এবং সেই তাসের উপর একটী পয়সা বা টাকা রাখিয়া যদি ঐ তাসের এক পার্শ্বে খরতর আঘাত করা

যায়, তবে তাস চলিয়া যায়, কিন্তু তাহার উপরিস্থিত পয়সা বা টাকা তর্জনীর অগ্র ভাগেই স্থির হইয়া থাকে। যদি এক খানি কাচের পরকলার উপর একটী বর্ত্তুল সামান্য বেগে নিক্ষিপ্ত হয়, তাহা হইলে কাচের পরকলার চতুর্দ্দিক ফাটিয়া যায়, কিন্তু ঐ পরকলার উপর বন্দুকের গুলি বেগে আসিয়া লাগিলে পরকলা ফাটে না; যে খানে গুলি লাগে সেই খানে গোলাকার ছিদ্র হয়। শ্রুত আছে, কোন২ বীর-পুরুষ এমত বেগে করবাল প্রয়োগ করিতে পারেন যে, কলাগাছ বা তাদৃশ কোন বৃক্ষকে ছেদন করিয়া অস্ত্র নির্গত হইয়া গেলেও বৃক্ষের পতন হয় না। ইংরাজেরা বলেন কোন২ যুদ্ধে এমত ঘটিয়াছে যে, গড়ের দ্বারে খিল দেওয়া হয় নাই, দুর্গের কবাট ঠেকান মাত্র ছিল, কিন্তু সেই কবাটে কামানের গোলা লাগিয়া কবাট ছিদ্র হইয়া গিয়াছে, তথাপি খুলে নাই। চোরাবালি কিম্বা শুষ্ক পেঁকো পুকুরের উপর দিয়া যাইতে হইলে লোকে বেগে চলিয়া যায়, বেগে না গেলে, পা বসিয়া যাইবার সম্ভাবনা। কেবল মাত্র বাঁট ধরিয়া হাতুড়ির বাঁটের গোড়া ঠুকিলেও বাঁটের অগ্রভাগ উহার মাথার ছিদ্রে প্রবিষ্ট হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হয় বাঁট যে বেগ পায় তাহা যেন উহার উপরে সন্নিবেশিত লৌহ খণ্ডে সংক্রামিত করিতে পারে না। বালকেরা খোলা কুচি লইয়া ক্ষণিক বলে পুষ্করিণীর জলপৃষ্ঠে সমান্তরাল ভাবে নিক্ষেপ করিলে ঐ খোলা জল ভেদ

করিয়া চলিয়া যায়—ডুবিবার অবকাশ পায় না। শ্রুত আছে কোনং ব্যক্তি জলে ঝুনা নারিকেল ভাসাইয়া দিয়া অস্ত্র দ্বারা সেই নারিকেল ছেদন করিতে পারেন। তাঁহাদিগের অস্ত্র এমত বেগে প্রযুক্ত হয় যে, ঐ নারিকেল মগ্ন না হইতে হইতেই ছিন্ন হইয়া পড়ে।

এই রূপ নানা উদাহরণ দর্শনে নিশ্চয় অনুভব হয়, যেমন দ্রব্যের ভার অধিক হইলে তাহার সর্ব্ব স্থলে অধিক বেগ পায় না, তেমনি বেগ অধিক হইলে বৃহদ্দ্রব্যের সর্ব্ব-স্থল সেই বেগে সঞ্চালিত হইবার সময় পায় না। ফলতঃ বেগ বলের মূল সূত্রই এই যে, বল সমান থাকিয়া যত বেগের আধিক্য ভারের ততই অল্পতা হয়, আর যত ভারের আধিক্য ততই বেগের ন্যূনতা জন্মে।

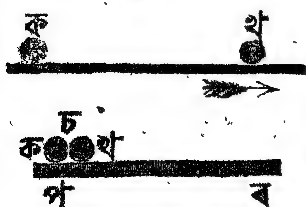
[মিলিত-বেগ।]

কোন দ্রব্যের প্রতি সাক্ষাৎ বল প্রয়োগ করাতে উহার গতির প্রকৃতি যে রূপ হয় তাহা এক প্রকার কথিত হইল, এক্ষণে কোন বস্তু অন্য কোন সচল দ্রব্য কর্ত্তৃক আহত হইলে উভয়ে কি রূপে গতিশীল হয়, তাহাই বর্ণিত হইবে।

যখন কোন দ্রব্য স্বয়ং আহত এবং সুতরাং গমনশীল হইয়া অন্য কোন দ্রব্যের প্রতি যাইয়া আঘাত করে, তখন ঐ দ্বিতীয় দ্রব্যেরও গতি জন্মে। আর যে অভিমুখে প্রথমোক্ত দ্রব্যটী যাইয়া আঘাত করে দ্বিতী-

য়েরও সেই অভিমুখে গতি হয়। ছেলেরা ভাঁটা খেলিবার সময় একটী ভাঁটাকে আর একটী ভাঁটা দিয়া মারে, তাহাতে আহত ভাঁটাও বেগে ধাবিত হয়।

এক্ষণে জিজ্ঞাস্য এই যে, দ্বিতীয় ভাঁটা কি প্রকারে বল প্রাপ্ত হইয়া সচল হয়?। তাহার ঐ বল অবশ্য প্রথম ভাঁটাটী হইতে প্রাপ্ত হইয়া থাকিবে, কিন্তু প্রথম ভাঁটাও নিশ্চেষ্ট, সুতরাং আপনি অন্য কাহার স্থানে যে বল পাইয়া ছিল, দ্বিতীয় ভাঁটাকে তাহারই কিয়দংশ প্রদান করে বলিতে হইবে। অতএব ইহা দ্বিতীয় ভাঁটাকে যত বল প্রদান করিবে উহার আপনার বল অবশ্য ঠিক ততই ন্যূন হইবে, ফলে তাহাই হয়। একটী ভাঁটা প্রথমে যত বেগে আইসে, আর একটীর সঙ্গে ঠোকাঠোকি হইলে উহাদিগের কাহারও বেগ প্রথম ভাঁটাটীর সমান হয় না। দুইটী ভাঁটাই প্রথমটীর অপেক্ষা অল্প বেগে চলে। পরন্তু বেগ ন্যূন হয় বটে, কিন্তু দ্বিতীয়টী প্রথমটী হইতে যত বেগ পায়, প্রথমটীর বেগ ততই ন্যূন হয়। বায়ুর ঘর্ষণের এবং পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা ছাড়িয়া দিয়া বিবেচনা করিলে লাভ লোকসান কিছুই হইতে পারে না। পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে



'ক' নামক ভাঁটা যাইয়া যেন 'খ' নামক অপর একটী ভাঁটাকে আঘাত করিতেছে বোধ কর। ঐ রূপ

আঘাত করাতে 'খ'য়েরও 'কখ' অভিমুখে বেগ জন্মিল। যদি 'ক' 'খ' একেবারে সংলগ্ন হইয়া যায়, আর না ছাড়ে এমত হয়, তবে 'ক'য়ের যে বেগ ছিল 'ক' এবং 'খ' দুইয়ে সেই বেগ ভাগ করিয়া লইবে। সুতরাং 'কখ' মিলিত হইয়া পূর্ব্বের ন্যায় বেগে চলিবে না। উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিশ্চয় করিতে হইলে, এই রূপ বিবেচনা করিতে হয় যে, 'খ'কে 'ক' যত বেগ দিয়াছে উহার আপনার অবশ্য তত বেগ ন্যূন হইয়াছে। কারণ 'ক' 'খ' উভয়েই জড়। সুতরাং তাহারা স্বয়ং স্বং বেগ হ্রস্ব বা বর্দ্ধিত করিতে পারে না। অতএব 'খ' যে বেগ পাইল তাহা অবশ্য 'ক'য়ের বেগ না কমিলে পায় নাই। 'ক' যুক্ত 'খ'য়ের যে বল হইল, কেবল মাত্র 'ক'য়েরও সেই বল ছিল। 'ক' যুক্ত 'খ'য়ের বেগ জানা নাই, অতএব সেই অব্যক্ত বেগ যদি 'অ' নামক হয়, আর 'ক'য়ের পূর্ব্ব বেগ 'বে' হয়, তবে 'ক' যুক্ত 'খ'য়ের বেগ বল কেবল মাত্র 'ক'য়ের বেগ-বলের সমান, ইহা গণিতের সঙ্কেতানুসারে এই রূপে প্রকাশিত হইতে পারে। যথা,

$$(ক+খ)\times অ = বে \times ক$$

(১) সুতরাং $অ = \frac{বে \times ক}{ক+খ}$ অর্থাৎ সচল বস্তুর বেগ-বল সংখ্যাঙ্কে, সচল এবং অচল উভয় দ্রব্যের ভার-সংখ্যার যোগ-ফল দ্বারা হরণ করিলেই মিলিত-বেগ জানা যায়। এক্ষণে, যদি এমত প্রশ্ন হয় যে, একটী ভাঁটা দুই ছটাক

ভারী আর একটী তিন ছটাক ভারী। ৩ ছটাক ভারী ভাঁটা প্রতি পলে চারি হাত যায়। সে ঐ বেগে আসিয়া দুই ছটাক ভারী ভাঁটাকে আঘাত করিল এবং ঐ আঘাতের পর উহারা উভয়ে মিলিত হইয়া চলিতে লাগিল, উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে? এস্থলে, $অ = \frac{বে \times ক}{ক + খ}$ এই সূত্র স্মরণ করিয়া 'বে'র পরিবর্ত্তে ৪, 'ক'য়ের পরিবর্ত্তে ৩, এবং 'খ'য়ের পরিবর্ত্তে ২, রাখিয়া অঙ্ক কসিলেই উত্তর হইবে। যথা,

$অ = \frac{৪ \times ৩}{২ + ৩} = \frac{১২}{৫} = ২\frac{২}{৫}$ অর্থাৎ মিলিত-বেগ দুই ও দুই বার পাঁচ ভাগ হস্ত পরিমিত হইবে।

যদি 'ক'য়ের গতি 'খ'য়ের অভিমুখে এবং 'খ'য়ের গতি 'ক'য়ের অভিমুখে হইতে থাকে এবং এমত সময়ে উভয়ের পরস্পর আঘাত হয়, তবে তাহার পর উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিশ্চয় করণার্থে এই রূপ বিবেচনা করা আবশ্যক। বোধ করা যাউক যেন 'ক'য়ের বেগ কিছু অধিক। তবে ঐ 'ক'য়ের এবং 'খ' এর পরস্পর আঘাত হইবামাত্র 'খ' আপনার বল 'ক' কে দিবে। সেই বল 'ক'য়ের প্রতিকূল হওয়াতে তদ্দ্বারা 'ক'য়ের বেগ কিয়ৎ পরিমাণে ন্যূন হইবে। তাহার পর 'ক'য়ের যে বল অতিরিক্ত আছে সেই বল ঐ 'ক' এবং 'খ' দুইয়ে ভাগ করিয়া লইয়া একত্রে চলিতে থাকিবে। যদি 'ক'য়ের বেগ 'বে' আর 'খ'য়ের বেগ 'গ' হয়, আর দুইয়ের মিলিত অব্যক্ত বেগ 'অ'

হয়, তবে গণিতের সঙ্কেতানুসারে বেগ-বলের সাম্যাবস্থা এই রূপে প্রকাশিত হইবে। যথা,

$$বে \times ক - গ \times খ = অ \times (ক + খ)$$

(২) সুতরাং, $অ = \frac{বে \times ক - গ \times খ}{ক + খ}$ অর্থাৎ পরস্পর বিপরীত-মুখগামী উভয় সচল বস্তুর বেগ-বলের ব্যবকলন-ফলকে উভয়ের ভার সমিষ্টি দ্বারা হরণ করিলেই তাহাদিগের অব্যক্ত মিলিত-বেগ জানা যায়।

এক্ষণে যদি এমত প্রশ্ন হয় যে, চারি ছটাক ভারী একটী গোলার বেগ ৪ হাত, আর দুই ছটাক ভারী একটী গোলার বেগ ২ হাত, তাহারা পরস্পর বিপরীত দিকে যাইতে২ অন্যোন্যের প্রতি আঘাত করিল, উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে? তাহার উত্তর এই রূপে করা যায়।

$$অ = \frac{৪ \times ৪ - ২ \times ২}{৪ + ২} = \frac{১২}{৬} = ২,$$ অর্থাৎ দুই হাত মিলিত-বেগ হইবে।

পরন্তু যদি ঐ কন্দুক দুইটীর গতি পরস্পর বিপরীত মুখে না হইয়া এক দিকেই হইতে ছিল এমত হয়, তবে উহাদিগের মিলিত-বেগ নির্দ্ধারণার্থে এই রূপ বিচার করা আবশ্যক। 'ক'য়ের যত বেগ অধিক 'খ' তাহারই কিয়দ্ভাগ লইবে, লইয়া উভয়ে সমান বেগে চলিবে, অতএব গণিতের সঙ্কেতানুসারে এই স্থলে $বে \times ক + গ \times খ = অ (ক + খ)$।

(৩) সুতরাং $অ = \frac{বে \times ক + গ \times খ}{ক + খ}$

যদি পূর্ব্ব প্রশ্নে আর সকল অঙ্ক সমান থাকিয়া কন্দুক দ্বয়ের গতি এক দিকে হইতেছে, এই মাত্র পরিবর্ত্তিত হয়, তবে

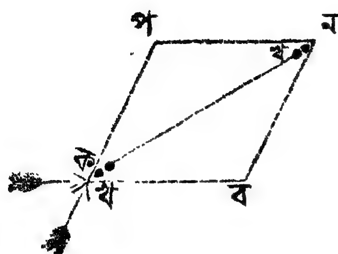
$$অ = \frac{৪ \times ৪ + ২ \times ২}{৪ + ২} = \frac{২০}{৬} = ৩\frac{১}{৩} \text{ অর্থাৎ } ৩$$

হাত এবং ৮ অঙ্গুলি মিলিত-বেগ হইবে।

এই কএকটী প্রশ্নের যেরূপ করিয়া উত্তর নিশ্চয় হইয়াছে তাহা অভিনিবেশ পূর্ব্বক বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, বেগের লাভ লোকসান ঠিক সমান থাকিয়া যায়, অর্থাৎ প্রতিবারেই 'ক' কন্দুকের বেগ যত ন্যূন হয়, 'খ'য়ের ঠিক ততই বাড়ে। ফলতঃ ইহা জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণেরই ফল।

[বেগ-বল-সংঘাত।]

যখন দুই কন্দুক এক সরল-রেখা ক্রমে আসিয়া অন্যোন্যের প্রতি আঘাত করে, তখন তাহাদিগের মিলিত-বেগ পূর্ব্বোক্ত প্রকারে নির্ণীত হইতে পারে। কিন্তু যখন তাহাদিগের গতি ঠিক এক দিকে বা পরস্পর-বিপরীত দিকে না হইয়া কোণাকোণি হয়, তখন মিলিত-বেগ নিশ্চয় করিতে হইলে গতি সংঘাতের নিয়ম অবলম্বন করা আবশ্যক।



পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে 'ক' এবং 'খ' দুইটী ভাঁটা দুই চিত্রিত শরাভিমুখে আসিয়া পরস্পর আহত হইয়া মিলিত হইল। উহাদিগের মিলিত বেগ অবধারণার্থে 'কপ' এবং 'খব' দুইটী রেখা উহাদিগের পরস্পরের বেগাভিমুখে টানা গেল। পরে 'ক'য়ের ভার-সংখ্যাকে উহার বেগ-পরিমাণ দ্বারা গুণ করিয়া যত হইল, গজ্ ধরিয়া 'কব'কে তত ইঞ্চি পরিমাণ করা গেল, আর 'খ'এর ভার-পরিমাণকে উহার বেগ দ্বারা গুণ করিয়া যত হইল 'খপ'কে উক্ত গজ্ দিয়া তত ইঞ্চি মাপিয়া লওয়া গেল। তাহার পর 'ব' হইতে 'বন'কে 'কপ' রেখার সমান্তরাল করিয়া আর 'প' হইতে 'পন'কে' খব'য়ের সমান্তরাল করিয়া টানিলেই 'কপনব' একটী সমান্তরাল-চতুর্ভুজ হইল। উহার কর্ণ রেখা 'কন' যত ইঞ্চি হইবে তাহাকে 'ক' এবং 'খ' উভয়ের ভার সংখ্যার যোগ-ফলের দ্বারা হরণ করিলেই মিলিত-বেগ কত জানা যাইবে।

স্থিতি-স্থাপকতা।

যদি জড় পদার্থের স্থিতি-স্থাপকতা গুণ না থাকিত তাহা হইলে পূর্ব্বে যাহা২ কথিত হইল, তদ্দারাই বেগ-

বলের সংঘাত যে রূপে হয়, তাহা সম্যক্ প্রকারেই বোধ হইতে পারিত। কিন্তু দেখিতে পাওয়া যায় দুইটী দ্রব্যের পরস্পর আঘাত হইলে প্রায় তাহারা কখনই দুইটীতে একত্র হইয়া মিলিত বেগ সহকারে গমন করে না। একটী ভাঁটা লইয়া আর একটীকে মারিলে আহত ভাঁটা বেগে চলিয়া যায়, যে টী দ্বারা আঘাত করা যায় সে হয়ত স্থির হইয়া থাকে, নতুবা স্বয়ং পশ্চাদ্বর্ত্তী হয়। এই রূপ হইবার কারণ ভাঁটা দ্বয়ের স্থিতি-স্থাপকতা গুণ।

এই বিষয়টী সম্পূর্ণরূপে হৃদ্গত করিবার নিমিত্ত প্রথমতঃ বিবেচনা করা কর্ত্তব্য যে, কোন দ্রব্য সম্পূর্ণরূপে স্থিতি-স্থাপক গুণোপেত হইলে, ঐ দ্রব্য যত বলে আকুঞ্চিত বা প্রসারিত হয়, পুনর্ব্বার তত বলেই আপনার পুর্ব্বাকৃতি এবং প্রকৃতাবয়ব গ্রহণ করে। কাচ, রবর্, হস্তি দন্ত প্রভৃতি কতক গুলি দ্রব্য প্রায় সর্ব্বতোভাবে স্থিতি-স্থাপক। অতএব যদি উহাদিগের কাহাতেও নির্ম্মিত কোন দুইটী দ্রব্য পরস্পরে আহত হয়, তবে তাহাদের যে২ ভাগ পরস্পর স্পর্শ করে, তাহা আঘাত বলে কিঞ্চিৎ২ চাপ্টা হইয়া যায়। কিন্তু তৎ পরক্ষণেই উহারা পুনর্ব্বার স্ব২ প্রকৃতাবয়ব গ্রহণ করে। নিম্নবর্ত্তী

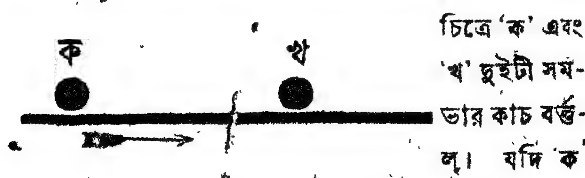
ক খ

গ চ ঘ

চিত্রে 'ক' নামক একটী কাচ নির্ম্মিত কন্দুক। 'গঘ' একটী কঠিন সম-ধরাতল। ঐ সম-ধারাতলের

উপর কালী ম্রক্ষণ করিয়া ‘ক’ কন্দুককে কিঞ্চিৎ উচ্চ হইতে নিক্ষেপ করিলে ‘ক’ প্রতিহত হইয়া লাফাইয়া উঠে। সেই সময় ‘ক’কে লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহার গাত্রে অনেক দূর ব্যাপিয়া কালীর দাগ লাগিয়া রহিয়াছে। বস্তুতঃ ‘ক’ বর্ত্তুল (গোল) ‘গঘ’ সমধরাতল, সুতরাং ‘ক’ প্রকৃতাবয়ব থাকিলে কদাপি উহার অধিক ভাগ ‘গঘ’কে স্পর্শ করিতে পারে না। তবে ঐ রূপ কালীর দাগ কি জন্য লাগে?। সুতরাং বলিতে হইবে যে. ‘ক’ ‘গঘ’য়ের উপর বেগে পড়িয়া সেই আঘাতে চেপ্টা হইয়া ‘খ’এর ন্যায় হয়। কিন্তু স্বয়ং স্থিতি-স্থাপক বলিয়া যে ভাগটী চেপ্টা হইয়া গিয়াছিল তাহাই পুনর্ব্বার গোল হইয়া উঠে। বস্তুতঃ এই জন্যই ঐ দ্রব্যটী লাফাইয়া উঠে। যদি উহা স্থিতি-স্থাপক না হইত তবে ‘গঘ’য়ের উপর পড়িয়া চাপ্টা হইয়া তাহাতেই লাগিয়া থাকিত। যেমন কোন কর্দ্দম নির্ম্মিত ‘চ’ নামক কন্দুকের প্রতিরূপে দৃষ্ট হইতেছে।

এই ক্ষণে স্থিতি-স্থাপক দ্রব্যের বেগ-বল সংঘাত কি প্রকারে হয় তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে। নিম্নবর্ত্তী চিত্রে ‘ক’ এবং ‘খ’ দুইটী সমভার কাচ বর্ত্তুল। যদি ‘ক’

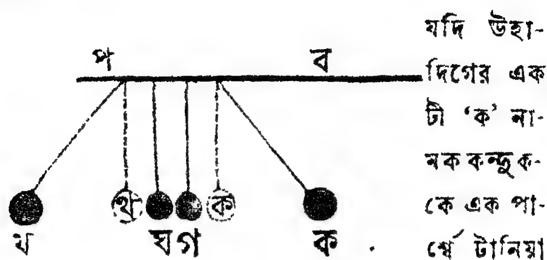


যাইয়া ‘খ’ নামক বর্ত্তুলে আঘাত করে, তবে আঘাত মাত্র

'ক' এবং 'খ' উভয়েরই আহত ভাগ চাপ্টা হইয়া যায়, আর 'ক'য়ের একলার যে বেগ ছিল 'খ' তাহার অর্দ্ধাংশ প্রাপ্ত হয়। কিন্তু 'ক' যত বলে 'খ'য়ের উপর আঘাত করে 'খ' আবার তত বলেই আপনার প্রকৃতাবয়ব ধারণার্থ 'ক'কে ঠেলিয়া পশ্চাদ্বর্ত্তী করিয়া দেয়। সুতরাং 'ক'য়ের যে পূর্ব্ব বেগের অর্দ্ধেক ছিল আর তাহাও থাকে না। পরন্তু 'ক'য়েরও আহত ভাগ চাপ্টা হইয়াছিল। অতএব সেও আপনার প্রকৃতাবয়ব ধারণার্থ 'খ'কে ঠেলিয়া দেয়। তাহাতে যে বলে 'ক' চাপ্টা হইয়া ছিল 'খ' আবার সেই বল পায়, অর্থাৎ 'ক'য়ের অর্দ্ধেক বল পায়। এই রূপে 'খ' 'ক'য়ের সমুদায় বলই পায়। 'ক'য়ের আর কিছুমাত্র বল থাকে না। এই হেতু 'খ' 'ক'য়ের সমান বেগে ধাবমান হয় 'ক' যে খানে 'খ'কে আঘাত করে সেই স্থানেই স্থির হইয়া থাকে। সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক দ্রব্যের পরস্পর আঘাত হইলে বেগ-বল সংঘাতের নিয়ম এই রূপ হয়।

এই বিষয় অতি সহজেই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যায়। ছেলেরা যে সকল মার্ব্বেলের ক্ষুদ্র২ ভাঁটা লইয়া খেলা করে, তাহা লইয়া, অথবা কাচের বা হস্তি দন্তের কিম্বা গালার ভাঁটা নির্ম্মাণ করাইয়া ঐ ভাঁটাগুলির ভিতর ছিদ্র করিয়া এক২টীতে এক২টী সূত্র পরিহিত করাইতে হয় এবং সেই সূত্রগুলিকে সমান দীর্ঘ করিয়া এক খানি বাখারিতে পর পর বান্ধিয়া ঝুলাইতে হয়। তাহাতে

নিম্নবর্ত্তী প্রতিরূপে যেমত দেখাইতেছে সেই প্রকার দেখায়।



যদি উহাদিগের একটী 'ক' নামক কন্দুককে এক পার্শ্বে টানিয়া আনিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায়, তবে 'ক' যাইয়া 'গ'কে আঘাত করে। 'গ' 'ক'য়ের সমুদায় বল পায়, পাইয়া সেই সমুদায় বল 'ঘ'কে প্রদান করে। 'ঘ'ও আপন বল সমুদায় 'খ'কে দেয়। সুতরাং 'গ' 'ঘ' কিছুমাত্র স্ব২ স্থান হইতে চলিত হয় না। কিন্তু 'খ,' 'ক' যত বেগে যত উচ্চ হইতে আসিয়া 'গ'কে আঘাত করিয়াছিল, ঠিক্ তত বেগে তত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিয়া যায়। ইহার কারণ অনুসন্ধান করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে 'ক' প্রথমতঃ বেগে যাইয়া 'গ'কে আপনার অর্দ্ধেক বেগ প্রদান করিয়া আবার স্বীয় প্রকৃতাবয়ব গ্রহণার্থ পুনর্ব্বার তত [illegible] দেয়। তাহাতে 'গ' 'ক'য়ের সমান বল পায়। আর [illegible] আপনি আপনার প্রকৃতাবয়ব গ্রহণার্থ 'ক'কে উহার [illegible] বিপরীত দিকে প্রতিহত করে। ইহাতে 'ক'[illegible] সমুদায় হয়। 'গ' উহার সমুদায় বলে 'ঘ'কে [illegible] করে, তাহাতে 'গ'য়ে 'ক'য়ে যেরূপ হইয়াছিল 'ঘ'[illegible] 'গ' য়েও

ঠিক্ সেই রূপ হয়। পরিশেষে 'খ' যে বেগ পায় তাহা আর কাহাকেও প্রদান করিতে পারে না—সুতরাং উহা বেগে উঠিয়া যায়।

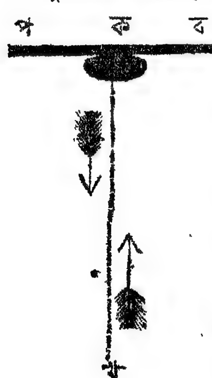
এই পরীক্ষায় আর একটী চমৎকার-জনক ব্যাপার দৃষ্ট হয় যে, 'গ'কে অথবা 'ঘ'কে যদি স্থির করিয়া ধরিয়া রাখা যায়, তাহা হইলেও 'ক' প্রদত্ত বল 'খ'য়ে কার্য্য-কারী হইয়া থাকে। অর্থাৎ 'পব' বাখারী লইয়া কোন প্রাচীরে প্রেক বিদ্ধ করিয়া সেই প্রেকের উপর সংস্থিত কর, এবং 'ঘ' অথবা 'গ'কে সেই প্রাচীরে টিপিয়া ধর। ধরিয়া 'ক'কে পূর্ব্ববৎ উত্তোলন করিয়া ছাড়িয়া দেও, তাহাতেও 'ক' আসিয়া 'গ'য়ের উপর আঘাত করিলে সেই আঘাত-বলে 'খ' দূরে পরাহত হইবে।

ইহার কারণ অনুসন্ধান করিয়া দেখিতে হইলে পূর্ব্বে বেগ-বলের প্রকৃতি যে রূপ কথিত হইয়াছে তাহা স্মরণ করিলেই হইবে। অর্থাৎ ভার অধিক হইলে বেগ অল্প লাগে, কিন্তু ভার অল্প হইলে অধিক বেগ প্রাপ্ত হওয়া যায়। যেমন পূর্ব্বে বলা গিয়াছে হাতুড়ির গোড়া ঠুকিলে তাহার মাথা বাহির হয় সেইরূপ গোলার এক দিকে বল প্রয়োগ হইলে ঠিক্ তাহার বিপরীত দিকে ঐ বলের কার্য্য হয়, উহার উপরে যতই কেন চাপ থাকুক না, তাহা দ্বারা বলের হ্রাস কিছুই হইতে পারে না।

[আঘাত—প্রতি-ঘাত।]

যে সকল দ্রব্য সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক তাহাদিগের প্রকৃতি এই রূপ। কিন্তু কোন দ্রব্যই সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক বা সর্ব্বতোভাবে এই গুণ-বিহীন হয় না। ফলতঃ যে যেমন স্থিতি-স্থাপক তাহাতে এই রূপ প্রতিঘাত-ক্রিয়া তেমনি অল্প বা অধিক দেখিতে পাওয়া যায়।

যখন্ কোন অল্প স্থিতি-স্থাপক দ্রব্য কোন কঠিন ধরাতলের উপরি আহত হয় তখন ঐ দ্রব্যটা ধরাতলে সংলগ্ন হইয়া থাকে। ধরাতল অতি বৃহৎ বা ভারী হইলে সুতরাং উহার গতি জন্মিতে পারে না। কাদার তাল গোবরের তাল মমের গুলি ইত্যাদি বহুবিধ দ্রব্য লইয়া প্রাচীরের উপর নিক্ষেপ করিলে এই রূপ হইয়া থাকে। কিন্তু যদি কোন স্থিতি-স্থাপক দ্রব্যকে কঠিন ধরাতলের উপর নিক্ষেপ করা যায়, তাহা হইলে ঐ দ্রব্য টা পুনর্ব্বার প্রতিহত হইয়া আইসে। পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে,



'ক' নামক কোন অধিক স্থিতি-স্থাপক কন্দুক 'পব' ধরাতলের উপর বেগে নিক্ষিপ্ত হওয়াতে প্রথমতঃ ধরাতলে লাগিয়া চেপ্টা হইয়াছে, কিন্তু পরক্ষণেই যে বলে ঐ রূপ চাপ্টা হইয়াছিল, পুনর্ব্বার সেই বলে প্রকৃত অবয়ব গ্রহণ করাতে পূর্ব্বে যে লম্ব রেখায় নিক্ষিপ্ত হইয়াছিল, সেই রেখাক্রমেই

ফিরিয়া আসিতেছে। এই স্থলে কন্দুকটা যত বলে যত দূর হইতে গিয়াছিল, ঠিক্ তত বলে পুনর্ব্বার তত দূরেই আসিবে। রবরের গোলা লইয়া ছেলেরা এই রূপ ক্রীড়া করে। তাহারা ঐ গোলা লইয়া বলপূর্ব্বক প্রাচীরাদিতে আঘাত করে, এবং যেমন গোলা প্রতিহত হইয়া আইসে অমনি আবার হাতে করিয়া লুফিয়া লয়। কিন্তু কন্দুকটা যদি সম্পূর্ণ স্থিতি স্থাপক না হয়, তবে এই রূপ ঘটে না। উহাকে যত বলে নিক্ষেপ করা যায় উহা উৎক্ষিপ্ত হইয়া, তাহা অপেক্ষা অল্প বলে আইসে। বালকেরা কাপড়ের নুটি পাকাইয়া ভূমিতে নিক্ষিপ্ত করিয়া যে ক্রীড়া করে তাহা এই কারণ হইতে উপপন্ন হয়।

কন্দুকাদি লম্ব রেখাক্রমে ভূমিতে আঘাত করিলে এই রূপ ঘটে, কিন্তু যদি আঘাত বক্র রেখায় হয়, তবে উহার গতি এরূপ হইবে না; সে স্থলে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে বিবেচনা করা আবশ্যক।

সেই নিয়মানুসারে বিবেচনা করিয়া বোধ হইতেছে যে, পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে যখন 'খ' নামক কোন স্থিতি-স্থাপক-গুণ-বিশিষ্ট কন্দুক 'কখ' রেখাক্রমে যাইয়া 'পব' ধরাতলে আঘাত করে তখন

উহার ঐ 'কখ' গতিকে বিভাগ করিয়া 'কপ' 'কগ' অথবা 'পখ' এবং 'গখ' এই দুইটী গতি বাহির করিতে পারা যায়। ইহার মধ্যে 'পখ' গতি ধরাতলের অনুক্রমে হয় বলিয়া উহার কোন পরিবর্ত্তন ঘটে না, কিন্তু 'গখ' গতি পরিবর্ত্তিত হইয়া 'খগ' হইয়া উঠে, সুতরাং 'খব' যদি 'পখ'য়ের সমান হয় তবে সেই একটী গতি আর 'খগ' একটী গতি এই দুইটী গতি উপস্থিত হয়। সুতরাং ঐ দুয়ের সঙ্ঘাত ফল যে 'খঘ' তাহাই 'খ'য়ের প্রত্যাবর্ত্তন পথ হইয়া উঠে। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে, 'কখগ' ত্রিভুজটী 'ঘখগ' ত্রিভুজের সর্ব্বতোভাবে সমান। সুতরাং 'কখগ' কোণটীও 'ঘখগ' কোণের সমান হইবে। ইহার মধ্যে 'কখগ' নামক কোণটীকে আঘাত-কোণ আর 'ঘখগ' কোণটীকে প্রতিঘাত-কোণ বলা যায়। সুতরাং সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক দ্রব্যের পর স্পর আঘাত বক্র রেখায় হইলে আঘাত কোণ প্রতিঘাত-কোণের সমান হয় ইহা নিশ্চিত হইল।

পরন্তু যদি দ্রব্যটী সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক না হয় তাহা হইলে এই রূপ হইতে পারে না। সেই স্থলে 'খব' বল সমান থাকে, কিন্তু 'খগ' বল স্থিতি-স্থাপকতার অনুসারে হ্রস্ব হয়। যদি ঐ বল 'খজ' রেখার অনুরূপ হয় তবে, 'খব' এবং 'খজ' এই দুই বলের সঙ্ঘাতে 'খচ' গতি-ফল প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই স্থলে 'জখচ' কোণ 'গখঘ' কোণ অপেক্ষা বড়, সুতরাং বলা যাইতে

পারে অসম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক দ্রব্যে প্রতিঘাত-কোণ বড় হয়—ফলতঃ দ্রব্যটী যত অল্প স্থিতি-স্থাপক হইবে ততই ঐ কোণ বড় হইবে। কারণ 'খব' সমান থাকিয়া 'খজ' ছোট হইলেই কোণ বড় হইবে, যেমন 'ঝখট' কোণে স্পষ্টই দেখা যাইতেছে।

[গতির তৃতীয় নিয়ম।]

এই অধ্যায়ে যাহা২ কথিত হইল তাহা সমুদায় স্মরণ করিলেই গতির তৃতীয় নিয়মের প্রকৃতি বোধ গম্য হয়। সে নিয়ম এই। যখন্ একটী দ্রব্য আর একটীকে আঘাত করে, তখন্ আহত পদার্থও উহাকে প্রতিঘাত করিয়া থাকে—আর আঘাত-বল এবং প্রতিঘাত-বল সমান ও পরস্পর বিপরীত মুখে কার্য্যকারী হয়।

দ্রব্য মাত্রের সাম্যাবস্থা ও গতি সকলই এই আঘাত প্রতিঘাতের কার্য্য। যখন্ কোন দ্রব্য স্থির হইয়া আছে তখনও সে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে নিরন্তর তাহার মধ্যাভিমুখে যাইবার চেষ্টা করে। কিন্তু ঐ দ্রব্য যে আধারের উপর আছে, সেই আধারের প্রতিঘাত বশতঃ নামিয়া যাইতে পারে না। যখন্ এক খান জাহাজ জলে ভাসমান হইয়া থাকে, তখন সেই জাহাজ জল ভেদ করিয়া পৃথিবীর কেন্দ্র স্থলে যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের প্রতিঘাত বশতঃ তাহার গমন নিবা-

রিত হয়। যখন্ কোন পক্ষী আপনার পক্ষ বিস্তৃত করিয়া বায়ুর উপর স্থির হইয়া থাকে, তখন্ বায়ুর প্রতিঘাত প্রযুক্তই উহার নিম্নে পতন হয় না। পরন্তু যদি কোন দ্রব্য অধিক বলে পৃথিবীর উপর আহত হয় তবে, পৃথিবীও সেই দ্রব্যের প্রতি তাদৃশ বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং উহা যত বলে আঘাত করিয়াছিল পুনর্ব্বার তত বলেই উন্নত হইয়া উঠে। পাখি যদি বায়ুর উপর পক্ষের আঘাত করে তাহা হইলে বায়ুও ঐ পক্ষে তাদৃশ বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং সে ক্রমে২ উচ্চে উঠে। সাঁতার দিবার সময় জল টানিলে জলও আমাদিগকে টানিতে থাকে তাহাতেই আমরা জলে অগ্রবর্ত্তী হইতে পারি। যখন্ পথে চলিয়া যাই তখন্ পায়ের দ্বারা পৃথিবীকে আঘাত করি, পৃথিবীও আমাদিগকে প্রতিঘাত করে, যদি আমরা পৃথিবীর দ্বারা ঐ প্রতিঘাত প্রাপ্ত না হইতাম তবে, কোন প্রকারেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যাইতে পারিতাম না। জলে বা বায়ুতে যেমন চলিয়া বেড়াইতে পরা যায় না, পৃথিবীর উপরেও সেই রূপ হইত। ফলতঃ যদি কোন প্রাণীকে সর্ব্বতোভাবে নিরবলম্ব করিয়া শূন্যে সংস্থাপিত করিতে পারা যাইত, তবে ঐ প্রাণী স্বইচ্ছায় এক তিলার্দ্ধ স্থানও কোন দিকে সরিতে পারিত না। কারণ উহা আপন শরীরের কোন এক ভাগকে অগ্রবর্ত্তী করিবার চেষ্টা করিলেই উহার শরীরের অপরাপর ভাগ সমস্ত ঐ বলে

প্রতিহত হইয়া প্রত্যাবর্ত্তিত হইত। তাহাতে ঐ প্রাণী কোন ক্রমেই স্বস্থান হইতে চলিত হইত না। অতএব এমত বলা যাইতে পারে যে, যেমন এই জগতে কোন একটী নূতন পরমাণু সৃষ্ট হয় না—আর যাহারা সৃষ্ট হইয়াছে তাহাদিগের একটীও বিনষ্ট হয় না—তেমনি ইহাতে কিঞ্চিন্মাত্র বলও নূতন উদ্ভুত হয় না, আর যে বল আছে তাহার কিছুমাত্র ধ্বংস হইতেও পারে না। যখন্ আমরা কোন এক দিকে চলিয়া যাই, তখন্ পৃথিবীকে যেন তাহার বিপরীত দিকে সুরাইয়া দেই, আর যখন্ আমাদিগের সেই গতি স্থগিত হয়, তখন্ পৃথিবী হইতে যে প্রতিঘাত বল লইয়া চলিতে ছিলাম তাহাই আবার পৃথিবীতে প্রত্যর্পিত হয়। অতএব এই পৃথিবী যেমন সর্ব্ব প্রকার পরমাণুর আধার, তেমনি ইহা সকল বলেরও আধার। যেমন পৃথিবীস্থ নানাবিধ পরমাণু সকল সংহত হইয়া সকল জড় পদার্থই উৎপন্ন হয়, আবার বিযুক্ত হইয়া এই পৃথিবীতেই যায়, সেই রূপ সকল বলই পৃথিবী হইতে গ্রহণ করা যায়, আবার পৃথিবীতেই প্রত্যর্পিত করিতে হয়।

এই বিষয়োপলক্ষে আর একটী কথা বিবেচ্য আছে। অর্থাৎ এস্থলে এমত জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে, যদি সর্ব্ব স্থলেই আঘাত প্রতিঘাত সমান এবং পরস্পর বিপরীত দিকে কার্য্য-কারী হয় এমত বলা যায়, তবে উভয় দিকে সমান বল কার্য্যকারী হওয়াতে বস্তুমাত্রের সর্ব্বত্র সাম্যা-

বস্থাই ঘটিবে কদাপি কোন স্থলে গতি জন্মতে পারে না। অর্থাৎ দেখ যখন্ আমরা সাঁতার দেই সেই সময়ে যেমন অগ্রের জলকে টানি এবং জলও তৎপ্রযুক্ত আমাদিগকে টানে সেই রূপ আমরা যে জলের ভিতরে আছি সেও আবার পশ্চাদ্দিকে টানিতে পারে। যখন্ পাখি আপন পক্ষের দ্বারা নীচের বায়ুর উপর আঘাত করে এবং নীচের বায়ু সুতরাং উর্দ্ধদিকে প্রতিঘাত করে, কিন্তু উপরের বায়ুও আবার নীচের দিকে আঘাত করিতে পারে। অতএব এরূপ হইলে আমরা কোন প্রকারে সাঁতার দিয়া যাইতে পারিতাম না এবং পক্ষিগণ পাখার উপর ভর দিয়া উঠিতে পারিত না। এই সকল সন্দেহ ভঞ্জন করিতে হইলে প্রথমতঃ সাঁতার দিয়া যাইবার সময়, অথবা পক্ষীদিগের উড়িবার সময় যে প্রকার ক্রিয়া করিতে হয়, তাহা বিবেচনা করিয়া দেখা আবশ্যক। দেখ, পাখিরা উড়িবার সময় পুনঃ২ পক্ষ বিস্তৃত এবং সঙ্কুচিত করে। যখন্ নীচের বায়ুর উপর আঘাত করিবে তখন বিস্তৃত করে, কিন্তু উর্দ্ধের বায়ু হইতে প্রতিঘাত না পাইতে পাইতেই উহা সঙ্কুচিত করিয়া লয়। সুতরাং উর্দ্ধ হইতে অধিক প্রতিঘাত না পাওয়াতে অধোদিক্ হইতে বলবৎ আঘাত পাইয়া উর্দ্ধে উঠিতে পারে। যদি বল, চিল বাজ প্রভৃতি শকুন সমস্ত ঐ রূপে পুনঃ২ পাখা গুটাইয়া উড়ে না ইহার কারণ কি? তাহার উত্তর এই উহারা পাখা গুটায় না বটে, কিন্তু উঠিবার সময়

বিস্তৃত পক্ষ দ্বারা আঘাত প্রদান করিয়া তৎক্ষণাৎ পক্ষকে পার্শ্বের দিকে কিঞ্চিৎ বাঁকাইয়া ধরে, তজ্জন্যই ঊর্দ্ধের বায়ু হইতে নীচের দিকে অধিক প্রতিঘাত পায় না। যখন নাবিকেরা নৌকায় দাঁড় বহন করিয়া যায়, তখন তাহারা এক বার দাঁড় ফেলিয়া টানে, আবার তৎক্ষণাৎ উহা তুলিয়া লয়। দাঁড় না তুলিয়া লইলে জলের প্রতিঘাত বশতঃ নৌকার গতি হইতে পারে না। যে সময়ে আমরা সাঁতার দেই সেই কালে হয়ত এক বার জল টানিয়া তৎক্ষণাৎ জলের ভিতর হইতে হাত তুলিয়া লই, অথবা পূর্ব্বে করতল যেমন প্রসারিত করিয়া জলকে টানি তাহার পরক্ষণেই আর সেরূপ প্রসারিত করিয়া রাখি না। এই রূপে প্রতিঘাত অপেক্ষা আঘাতকে প্রবলতর করিয়া আমরা অগ্রসর হইতে পারি।

চতুর্থ অধ্যায়।

[বেগের প্রকারভেদ—সম-বেগ—বর্দ্ধমান-বেগ—হ্রস্যমান-বেগ।]

গতির কাল এবং দূরত্ব ইহাদিগের পরস্পর সম্বন্ধের নাম বেগ, ইহা পূর্ব্বেই কথিত হইয়াছে। ঐ গতির আরম্ভ অবধি সমাপন পর্য্যন্ত কখন২ ঐ সম্বন্ধ সমানই থাকে, কিন্তু অল্প স্থল ব্যতিরেকে প্রায়ই উহা ভিন্ন২ হয়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, পৃথিবী প্রায় ২৪ ঘণ্টায় আপন

ব্যাস পরিবর্ত্তন করিয়া এক অহোরাত্র জন্মাইতেছে। ঐ ২৪ ঘণ্টার প্রথম ঘণ্টাতে পৃথিবীর কোন্ স্থান যত দূর যায় আর শেষ ঘণ্টাতেও ঠিক্ তত দূর যায়—ফলতঃ উহার বেগ সর্ব্ব সময়েই সমান থাকে। কিন্তু একটী ভাঁটা গড়াইয়া দিলে ঐ ভাঁটা প্রথম ক্ষণে যত দূর যায় দ্বিতীয় ক্ষণে কদাপি তত দূর যায় না। উহার বেগ ক্রমশঃ হ্রস্ব হইয়া আসিতে থাকে। আবার কোন উচ্চ স্থান হইতে একটী দ্রব্য নিক্ষিপ্ত হইলে উহা প্রথম সেকণ্ডে যত দূর পড়ে দ্বিতীয় সেকণ্ডে তাহা অপেক্ষা অধিক দূর পড়ে। এই স্থলে উক্ত দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইতেছে বোধ হয়। এই তিন প্রকার বেগের মধ্যে প্রথম প্রকার বেগের নাম সম-বেগ, দ্বিতীয় প্রকারের নাম হ্রসমান-বেগ, আর তৃতীয় প্রকারের নাম বর্দ্ধমান-বেগ। সম-বেগ স্থলে যে বলে গতি জন্মে সেই বল গতির আদ্যন্তকাল পর্য্যন্ত সমান ছিল এমন প্রতীতি হয়। প্রযুক্ত-বল যদি শক্ত্যন্তর সংযোগে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলেই বর্দ্ধমান-বেগ জন্মে; আর হ্রসমান-বেগে প্রযুক্ত-বল ক্রমশঃ খর্ব্ব হইয়াই আসিতে থাকে। ক্রমশঃ এই সকল বেগের প্রকৃতি বর্ণিত হইতেছে।

[সম-বেগ।]

জড় পদার্থ নিশ্চেষ্ট। সুতরাং আপনি আপনাকে সচল করিতেও পারে না, আর কোন কারণ বশতঃ এক বার সচল হইলে স্বয়ং আপনার গতি নিবারণ করিতেও সমর্থ হয় না। যদি তাহাই না পারে তবে কোন জড় পদার্থ একবার যে বেগে গমন করিতে আরম্ভ করিয়াছে সেই বেগ স্বয়ং ন্যূনাধিক করিতেও পারে না। অত-এব সম-বেগে গমন করা জড় পদার্থ মাত্রের প্রকৃতি-সিদ্ধ-ধর্ম্ম। কিন্তু পৃথিবীতে সম-বেগের উদাহরণ স্থল অতি অল্পই প্রাপ্ত হওয়া যায়। কারণ পৃথিবীর মাধ্যা-কর্ষণ শক্তি নিরন্তর অন্যের গতির প্রতিবন্ধকতা করি-তেছে। কোন জড় পদার্থকে সচল করিয়া দিবামাত্র ঐ আকর্ষণ শক্তি দ্বারা প্রতি ক্ষণে তাহার গমনের বেগ হ্রস্ব হইয়া থাকে, সুতরাং উহার বেগ সম-বেগ বলিয়া গণ্য হইতে পারে না। ঘড়ির কাঁটার গতিও সম-বেগে হয় না। উহাও লাফিয়া২ চলে। সুতরাং ঐ লক্ষে প্রথম ক্ষণে যত বেগ, শেষে তত বেগ থাকে না।

সুতরাং পৃথিবী ও অপরাপর গ্রহগণের আহ্নিক গতি ব্যতিরেকে এই প্রকার বেগের উদাহরণ জন্য কোন স্থলেই প্রাপ্ত হওয়া যায় না।

গিয়াছিল। সুতরাং যদি উহা প্রতি ঘণ্টায় ($\frac{১০}{৪}$=) ২$\frac{১}{২}$ আড়াই ক্রোশ করিয়া চলিত, তাহা হইলেও চারি ঘণ্টায় ঐ ১০ ক্রোশ পথ যাইতে পারিত। এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ, ঐ ঘোড়া যে চারি ঘণ্টা চলিয়াছিল তাহার মধ্যে কোন ঘণ্টায় ঐ আড়াই ক্রোশ বেগে গমন করিয়াছিল কি না? স্পষ্ট দেখা যাইতেছে যে, চারি ঘণ্টার মধ্যের ঘণ্টায়, অর্থাৎ দ্বিতীয় ঘণ্টার শেষের অর্দ্ধ এবং তৃতীয় ঘণ্টার প্রথমার্দ্ধ এই দুই অর্দ্ধে যে এক ঘণ্টা হয় তাহাতে ঘোটকের বেগ ঠিক্ আড়াই ক্রোশ হইয়াছিল। অতএব (১) নিশ্চিত হইতেছে যে, "সম-বর্দ্ধমান বেগ যত সময় ধরিয়া হয় সেই সময়ের ঠিক্ মধ্য ক্ষণে এমত বেগ হয় যে, সেই বেগে তত সময় চলিলেও সমান পথ যাওয়া হইতে পারে; অথবা, যে সময় মধ্যে সম-বর্দ্ধমান বেগে যত পথ যাওয়া যায়, সমান বেগে সেই পথ যাইবার উপযুক্ত বেগ উক্ত সময়ের মধ্য ক্ষণেই হইয়া থাকে"।

আবার বিবেচনা করিয়া দেখ, যদি পূর্ব্ব প্রশ্নে ইহা জিজ্ঞাস্য হয় যে, ঘোড়াটা পূর্ব্ববৎ সম-বর্দ্ধমান বেগে চলিলে সে ৫ম ঘণ্টায় কত বেগে চলিত? তাহা হইলে মধ্যম বেগ যে ২॥০ ক্রোশ তাহাকেই দ্বিগুণিত করিলে উত্তর ৫ ক্রোশ পাওয়া যাইতে পারে। অতএব (২) ইহাও নিশ্চিত হইতেছে যে "সম-বর্দ্ধমান-বেগ স্থলে সমুদায় সময়ের মধ্য-বেগ যে পরিমিত হইবে, সেই সংখ্যার

দ্বিগুণ করিলেই উক্ত সময়ের অব্যবহিত পরক্ষণে কত বেগ হইবে তাহা জানা যাইবে*"। এই দুইটী সূত্র স্মরণ রাখিয়া এক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ যে, যদি কোন বস্তু পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণে এক সেকণ্ড কাল মধ্যে 'দূ' পরিমিত স্থান পড়ে তবে তাহার ঐ 'দূ' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি আছে এমত বলা যায় না। বস্তুতঃ ঐ এক সেকণ্ড কালকে যদি বহু সংখ্যক অতি সূক্ষ্ম২ ক্ষণে বিভক্ত বলিয়া বোধ করা যায়† তবে এমত কহা

---

* যথা, ০, ২, ৪, ৬, ইত্যাদি রূপে বৃদ্ধি হইলে মধ্য বেগ $=\frac{১২}{৩}=৪$, তাহার দ্বিগুণ $=৪\times২=৮$ ইহাই অন্তিম বেগ। এই রূপে সর্ব্বত্রই হইবে।

† এ স্থলে বিবেচনা করিতে হইবে যে, ১ সেকণ্ড অতি অল্পকাল বলিয়া তাহাকে ভাঙ্গিয়া মধ্যক্ষণ ধরিয়া হিসাব করা যায় নাই। কিন্তু সূক্ষ্মরূপ বিবেচনা করিতে হইলে ১ সেকণ্ডকে ৬০ ক্ষণে বিভক্ত কর এবং পূর্ব্বোক্ত অশ্ব গমনে যেরূপ ৪ ঘণ্টায় ১০ ক্রোশ গতি হইয়াছিল বলিয়া $\frac{১০}{৪}=২॥$ ঘণ্টা মধ্যবেগ হইয়াছিল এখানেও সেই রূপ ১ সেকণ্ডে অর্থাৎ ৬০ ক্ষণে কোন বস্তু 'দূ' স্থান পড়ে, সুতরাং উহার মধ্যবেগ $\frac{\text{'দূ'}}{৬০}$ আবার ২য় সূত্রানুসারে যেরূপ পূর্ব্বোদাহরণে ৪র্থ ঘণ্টায় $২॥\times২=৫$ ক্রোশ বেগ হয় এখানেও তদ্রূপ ১ সেকণ্ডের, অর্থাৎ ৬০ ক্ষণের পরক্ষণেই উহার বেগ $\frac{২\times\text{'দূ'}}{৬০}$ হয়, কিন্তু ২য় সেকণ্ডও ৬০ ক্ষণাত্মক সুতরাং ঐ সমুদায় ক্ষণে উহার গতি $\frac{২\times\text{'দূ'}}{৬০}\times৬০=২\text{'দূ'}$; এক সেকণ্ড কাল মধ্যে কোন বস্তুর অধঃপতন ১৬ ফুট হয়, ইহা পরীক্ষা সিদ্ধ আছে, সুতরাং 'দূ'এর পরিবর্ত্তে ১৬ ফুট ধরিয়া অঙ্ক করিলেই ঠিক হইবে।

যাইতে পারে যে, যখন দ্রব্যটী ১ সেকণ্ডে 'দূ' স্থান পড়িল, তখন ঐ সেকণ্ডের ঠিক্ মধ্য ক্ষণেই উহার 'দূ' পড়িবার উপযুক্ত বেগ হইয়াছিল। অর্থাৎ দ্রব্য সকল মাধ্যাকর্ষণ বলে এক সেকণ্ডে 'দূ' পরিমিত স্থান পড়ে, সুতরাং প্রথম সূত্রানুসারে সেই 'দূ' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি থাকে না—তাহার কেবল ঠিক্ মধ্য ক্ষণেই থাকে। পরন্তু যদি মধ্য ক্ষণের বেগ 'দূ'এর উপযুক্ত হইল তবে দ্বিতীয় সূত্রানুসারে অন্তিম ক্ষণের পরেই অর্থাৎ দ্বিতীয় সেকণ্ডের আরম্ভেই উহার দ্বিগুণ বেগ হইবে অর্থাৎ যাহাতে ১ সেকণ্ডে 'দূ'য়ের দ্বিগুণ স্থান পড়িতে পারে এমত বেগ হইবে। অতএব কোন দ্রব্য প্রথম সেকণ্ডে যত পথ গিয়াছিল দ্বিতীয় সেকণ্ডে ঐ দ্বিগুণ বেগে উহা অবশ্য তাহার দ্বিগুণ পথ যাইতে পারিবে, কিন্তু তৎকালেই আবার মাধ্যাকর্ষণের বলে উহাকে আরও এক 'দূ' পরিমিত স্থান যাইতে হইবে। সুতরাং দ্বিতীয় সেকণ্ডে উহার গতি '৩.দূ' হয়। অতএব দুই সেকণ্ডে অর্থাৎ প্রথম এবং দ্বিতীয় সেকণ্ডে মিলিয়া দ্রব্যটী (১.দূ+৩.দূ=) '৪.দূ' পরিমিত স্থান পতিত হইবে। আবার তৃতীয় সেকণ্ডের প্রথমে ঐ দ্রব্যের বেগ '৪.দূ' আর ঐ সেকণ্ডে আবার মাধ্যাকর্ষণের বল পাইয়া উহাকে এক 'দূ' যাইতে হয়, অতএব তৃতীয় সেকণ্ড মধ্যে উহার গতি '৫.দূ' হইবে। সুতরাং পূর্ব্ব দুই সেকণ্ডে যে '৪.দূ' পথ গিয়াছে আর এই '৫.দূ' এই উ-

ভয়ে যোগ করিলে যে '৯.দূ' হয় দ্রব্যটা ৩ সেকণ্ডে তত দূর পড়ে। নিম্ন-লিখিত রূপ অঙ্কবিন্যাস দেখিলে ইহা আরও স্পষ্ট বোধ হইবে। এই স্থলে বিবেচনা কর যে, প্রথম সেকণ্ডে যদি 'কখ' পর্য্যন্ত পড়ে, তবে দ্বিতীয় সেকণ্ডে 'খ' হইতে 'গ' পর্য্যন্ত পড়ায় পুর্ব্বের তিন গুণ হয়, আর তৃতীয় সেকণ্ডে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়ায় প্রথম বারের পঞ্চগুণ হয়। এইক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ যে, দ্রব্যের প্রথম সেকণ্ডে ১. দূ, দ্বিতীয়ে ৩.দূ. তৃতীয়ে ৫.দূ. ইত্যাদি ক্রমে পতন হওয়াতে উহার একটী আশ্চর্য্য নিয়ম নির্দ্দেশ করা যাইতে পারে। তাহা এই—যেহেতু (১×২—১=১); (২×২—১=৩), (৩×২—১=৫), অতএব, যদি কোন্ সেকণ্ডে দ্রব্য মাধ্যাকর্ষণ বলে কত দূর পড়ে এমত জিজ্ঞাস্য হয়, তবে (৩) সেই সেকণ্ড সংখ্যাকে দ্বিগুণিত করিয়া তাহা হইতে এক ন্যূন করিয়া যে ফল হইবে, তাহাকে প্রথম বারের পতন দূরত্ব দ্বারা গুণ করিলেই উত্তর হইবে। কিন্তু পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে, পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে দ্রব্য সমস্ত

প্রথম সেকণ্ডে পতন ১৬	ক
দ্বিতীয় সেকণ্ডে পতন ৪৮=(২×২—১)×১৬	খ ৩২=(৩২×১) প্রথম সেকণ্ডের শেষ বেগ।
দুই সেকণ্ডে পতন (২২+১৬)=৬৪।	গ ৬৪=(৩২×২) দুই সেকণ্ডের শেষে বেগ।
তৃতীয় সেকণ্ডে পতন ৮০=(৩×২—১) ×১৬।	
তিন সেকণ্ডের পতন(৩২×১৬(=১৪৪।	ঘ ৯৬=(৩২×৩) তিন সেকণ্ডের শেষে বেগ।

প্রথম সেকণ্ডে ১৬ ফুট পড়ে ইহা পরীক্ষাসিদ্ধ; অতএব পূর্ব্ব (৩) সূত্রে 'দু'য়ের পরিবর্ত্তে ১৬ রাখিয়া অঙ্ক করিলেই ফল স্থির হইবে।

যথা, ৯ম সেকণ্ডে দ্রব্য কত দূর পড়ে-এমত জিজ্ঞাস্য হইলে, ৯কে দ্বিগুণ করিয়া ১৮ হইল, তাহা হইতে ১ বাদ দিয়া ১৭ হইল, ১৭কে ১৬ দ্বারা গুণ করিয়া ২৭২; সুতরাং ২৭২ ফুট উত্তর হইল।

কিন্তু পতনশীল দ্রব্যের কখন্ কত বেগ হয় জানিবার আবশ্যকতা হইলে প্রথমতঃ কত সময়ে কি পরিমিত স্থান পতন হইয়াছে তাহা জানা আবশ্যক। তাহার পর পূর্ব্বোক্ত (১ম) এবং (২য়) সূত্রানুসারে সেই স্থান সংখ্যাকে পতন কাল সংখ্যা দ্বারা বিভাগ করিলেই ঐ পতনের মধ্যবেগ পাওয়া যাইবে; পরে ঐ মধ্য-বেগকে দ্বিগুণিত করিয়া লইলেই উক্ত সময়ের অব্যবহিত পরক্ষণের বেগ কত জানা যাইবে। যদি এমত জিজ্ঞাস্য হয় যে, নবম সেকণ্ডের শেষে, অর্থাৎ ১০ম সেকণ্ডের প্রথমে পতনশীল দ্রব্যের বেগ কত হয়? তাহা হইলে ৯ সেকণ্ডে দ্রব্যটী কত দূর পড়ে নিশ্চয় করিয়া তাহাকে ৯ দ্বারা ভাগ করিয়া সেই ভাক্ত-ফলকে দ্বিগুণিত করিয়া লইতে হয়। যথা, $\frac{৯^২ \times ১৬}{৯} \times ২ = ২৮৮$। কিন্তু এই রূপ না করিয়া ক্রিয়া লাঘবার্থে বলা যায় (৪) যে, কাল সংখ্যা দ্বারা ৩২কে পূরণ করিলেই অন্তিম-বেগ জানা যাইবে।

এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করিয়া বুঝাইবার জন্য কতি-

পয় প্রশ্নের উত্তর করিয়া অঙ্ককসিবার প্রথা প্রদর্শিত হইতেছে।

১ প্রশ্ন।—৫ সেকণ্ড কাল মধ্যে কোন দ্রব্য কত উচ্চ হইতে পড়িবে?

$$৫^২ \times ১৬ = ৪০০$$ ফুট—উত্তর।

২ প্রশ্ন।—কোন্ দ্রব্য কত সেকণ্ডে ১০০ ফুট উচ্চ হইতে পড়িতে পারে?

$$\frac{১০০}{১৬} = \frac{১০}{৪} = ২\frac{১}{২}$$ সেকণ্ড উত্তর।

৩ প্রশ্ন।—৪র্থ সেকণ্ডে দ্রব্য কত দূর পড়ে?

$$(২ \times ৪ - ১) \times ১৬ = ৭ \times ১৬ = ১১২$$ ফুট—উত্তর।

৪ প্রশ্ন।—কত ক্ষণের পর কোন্ পতনশীল দ্রব্যের বেগ প্রতি সেকণ্ডে ১৬০ ফুট পরিমিত হয়?

$$\frac{১৬০}{৩২} = ৫$$ সেকণ্ড।

অতএব সাঙ্কেতিক নিয়ম করিবার নিমিত্ত এমত বলা যাইতে পারে যে, যদি 'স' অর্থে সময় দু' অর্থে দূরত্ব, 'বে' অর্থে বেগ এবং 'মা' অর্থে মাধ্যাকর্ষণ-প্রদত্ত প্রথম সেকণ্ডের অব্যবহিত পরক্ষণের বেগ (অর্থাৎ ৩২ ফুট) হয়, তাহা হইলে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে পূর্ব্বোক্ত নিয়ম সমস্ত এই রূপে লিখিত হয়, যথা।

(১) $দূ = স^২ \times \frac{১}{২}মা$।

এবং (২) $বে = স \times মা$।

[হ্রসমান-বেগ।]

সম-বর্দ্ধমান-বেগের প্রকৃতি এক প্রকার কথিত হইল। এক্ষণে সম-হ্রসমান-বেগের বিষয় কিঞ্চিৎ বলা আবশ্যক। যখন্ কোন সচল দ্রব্যের উপর অন্য কোন বল প্রতিকূল ভাবে কার্য্য করে, তখন্ উক্ত দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ হ্রস্ব হইয়া যায়। পৃথিবীর উপর হইতে যে সকল দ্রব্য উৎক্ষিপ্ত হয়, তাহাদিগের উৎক্ষেপ-বলের প্রতিকূল পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বল ক্রমশঃ প্রবল হইতে থাকে, সুতরাং উহার বেগ ক্রমে২ হ্রস্ব হইয়া পরিশেষে কিছুই থাকে না, সুতরাং ঐ দ্রব্যের পুনর্ব্বার নিম্নাভিমুখে গতি হয়। উৎক্ষিপ্ত দ্রব্যের ঊর্দ্ধ গতি যত ক্ষণে হয় উহার অধঃপতনেও ঠিক্ তাহার সমান কাল লাগে। ইহার কারণ স্পষ্টই দেখা যাইতেছে। যদি কোন দ্রব্য এমত বলে উৎক্ষিপ্ত হয় যে, মাধ্যাকর্ষণ প্রতিবন্ধক না হইলে উহা প্রতি সেকণ্ডে (৩×৩২)=৯৬ ফুট যায়, তবে মাধ্যাকর্ষণ প্রতিবন্ধক হওয়াতে প্রথম সেকণ্ডের শেষে উহার বেগ ২×৩২ ফুট থাকে, দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ থাকে, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে কিছুই থাকে না। কারণ মাধ্যাকর্ষণ প্রতি সেকণ্ডে ৩২ ফুট করিয়া উহার গতির বেগ কমাইতে থাকে, অতএব বোধ হইতেছে ৩×৩২ ফুট পরিমিত বেগে উৎক্ষিপ্ত হইলে দ্রব্যটা তিন সেকণ্ডে যত দূর যাইতে পারে ততই যায়।

কিন্তু সেই স্থান হইতে নামিতে আরম্ভ করিলে প্রথম সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ ফুট মাত্র বেগ পায়, দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ২×৩২ ফুট পায়, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে ৩×৩২ পায়। সুতরাং নামিতেও তিন সেকণ্ডের ন্যূন হয় না। অতএব কত দূর নামিল বিবেচনা করিলেই কত দূর উঠিয়াছিল নিশ্চয় হইতে পারে। তিন সেকণ্ডে যে দ্রব্য পড়ে সে ($৩^{২} \times ১৬ =$) ১৪৪ ফুট উচ্চ হইতে পড়ে ইহা জানা আছে। অতএব ঐ দ্রব্যটা অবশ্য ১৪৪ ফুট ঊর্দ্ধে উঠিয়াছিল, নচেৎ সেই পরিমাণ নিম্নে আসিতে পারিত না*।

দুইটী প্রশ্নের উত্তর দেখাইয়া ইহা আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে।

১ প্রশ্ন।—যদি ১৯২ ফুট প্রতি সেকণ্ডে যাইতে পারে, এমত বেগে কোন দ্রব্য ঠিক্ ঊর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইয়া থাকে, তবে উহা কত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিবে?

$$১৯২ \div ৩২ = ৬;\ ৬^{২} \times ১৬ = ৫৭৬$$ ফুট, উত্তর।

২ প্রশ্ন।—যদি ৬৪ ফুট বেগে কোন দ্রব্য উৎক্ষিপ্ত হয় তবে কত ক্ষণে উহা পুনর্ব্বার আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে?

---

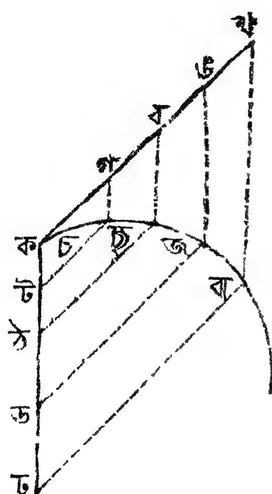
* ১ম সেকণ্ডের প্রথমে বেগ,		১ম সেকণ্ডে ঊর্দ্ধ গতি
	৯৬	৮০
২য়	৬৪	৪৮
৩য়	৩২	১৬
		১৪৪ ফুট।

$\frac{৬৪}{৩২}$=২ সেকণ্ড উঠিতে লাগে। সুতরাং পড়িতেও আবার দুই সেকণ্ড লাগে। অতএব একবার উঠিয়া পুনর্ব্বার পড়িতে ২+২=৪ সেকণ্ড লাগিবে।

পঞ্চম অধ্যায়।

[বিক্ষিপ্ত-গতি—ক্রমনিম্ন-ধরাতলে-গতি—দোলক—দোলক দ্বারা পৃথিবীর আহ্নিক গতির নিরূপণ।]

মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে নিক্ষিপ্ত এবং উৎক্ষিপ্ত দ্রব্যের যেরূপ বেগ হয় তাহা কথিত হইল। এক্ষণে ঠিক্ উর্দ্ধে বা নিম্নে না হইয়া যে দ্রব্যের প্রতি অন্য কোন দিকে বল প্রযুক্ত হয় তাহার গতি কিরূপ হইবে তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে। বন্দুকের গুলি, ধনুর শর, বাঁটুল, ঢিল এবং ছাদের ও গাড়ুর নালের জল ইত্যাদি বিক্ষিপ্ত বস্তু সমুদয় সরল্ রেখাক্রমে যায় না। উহারা যে প্রকার বক্র পথে গমন করে তাহাকে ক্ষেপণী কহে। উহার প্রকৃতি পরপৃষ্ঠের চিত্র দৃষ্টে অনায়াসে বোধগম্য হইবে।



'ক' নামক বর্ত্তুল 'কখ' সরল রেখায় বিক্ষিপ্ত হইলে, বিক্ষেপ বলে উহার গতি 'কখ' সরল রেখাক্রমেই হইতে পারে, কিন্তু উহার গমন সময়ে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ উহাকে নীচের দিকে লইয়া আইসে. সুতরাং বিভিন্ন দিকে দুই বল প্রযুক্ত হওয়াতে দ্রব্যটা 'কখ' রেখাক্রমে যায় না। যদি বিক্ষেপ-বল এমত হয় যে, মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা না থাকিলে সেই বলে দ্রব্যটী সম-বেগে চলিয়া প্রথম সেকণ্ডে 'ক' হইতে 'গ' পর্য্যন্ত, দ্বিতীয় সেকণ্ডে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত, তৃতীয় সেকণ্ডে 'ঘ' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত, আর চতুর্থ সেকণ্ডে 'ঙ' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত যায়;—আর পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখগামী রেখা 'কট' যদি ১৬ফুট হয়, 'কঠ' ($২^{২} \times ১৬$)=৬৪ ফুট, 'কড' ($৩^{২} \times ১৬$)=১৪৪ ফুট এবং 'কঢ' ($৪^{২} \times ১৬$)=২৫৬ ফুট হয়, তবে 'গ'য়ের নিম্নদিকে 'কট' রেখার সমান এবং সমান্তরাল 'গচ' রেখা টানিয়া এবং উহাতে 'টচ' সংযুক্ত করিয়া 'কগচট' একটী সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিলেই বিক্ষিপ্ত দ্রব্যটী ঐ

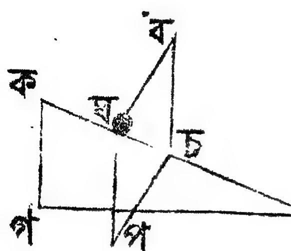
চতুর্ভুজের কর্ণ 'কচ' রেখাক্রমে যাইবে। সুতরাং এই রূপে 'ছ' 'জ' 'ঝ' প্রভৃতি স্থান দিয়া বিক্ষিপ্ত দ্রব্যের গতি হইবে। বিক্ষিপ্তের গতি এইরূপ বক্র রেখাক্রমে হয় বলিয়াই যাহারা বন্দুকাদি বিক্ষেপক অস্ত্র ব্যবহার করে, তাহারা যে স্থানে অস্ত্র প্রয়োগ করিবে, তাহার কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে লক্ষ্য করে। সিপাহীরা শত্রুর মাথার দিকে তাগ করে, তাহাতে গুলি যাইয়া ঠিক্ বুকে লাগে। যদি বুকে তাগ করিত তবে পেটে লাগিত*।

[ক্রম-নিম্ন-ধরাতলে-গতি ।]

যেখানে মাধ্যাকর্ষণ বিনা প্রতিবন্ধকে কার্য্য করিতে পায় সেই২ স্থলে পতনশীল দ্রব্যের বেগ যে প্রকার হয় তাহা কথিত হইল। কিন্তু কোথাও২ অন্য কাহারও প্রতিবন্ধিতা প্রযুক্ত মাধ্যাকর্ষণের কতক বল কার্য্যকারী হইতে পারে না। পরন্তু সেই স্থলেও মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতির অন্যথা নাই।

---

* পূর্ব্বে আমিনদিগের ব্যবহার্য্য বলিয়া যে গজের প্রতিরূপ প্রকাশ করা গিয়াছে সেই গজ লইয়া বিক্ষিপ্ত পদার্থের গতির উচ্চতা এবং দূরত্ব নিরূপিত করা যাইতে পারে। বোধ কর, যেন কেহ এমত প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করিল যে, যত বারুদ দিলে বন্দুক হইতে গুলি প্রথম সেকণ্ডে ১০০০ ফুট যাইতে পারে এমত বারুদ পরিপূর্ণ করিয়া কোন বন্দুকের মুখ ত্রিশ অংশ (৩০০) উচ্চ করিয়া তাহা হইতে গুলি প্রয়োগ করা হইয়াছে। সেই গুলি কত উচ্চে উঠিয়া কতঃ দূরে যাইয়া পড়িবে? এস্থলে উক্ত গজ



'কখ' এক খানি তক্তা 'কগ' প্রাচীরে ঠেসান আছে। 'ক' স্থলে যদি 'ঘ' নামক বর্ত্তুল-কে ছাড়িয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে উহা গড়াইয়া২ 'খ' স্থানে আসিয়া উপস্থিত হয়। উহার নামিবার কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ। কিন্তু এই স্থলে মাধ্যাকর্ষণ আপনার সমুদায় বলে কার্য্যকারী হয় না। যদি 'ঘপ' রেখা মাধ্যা-

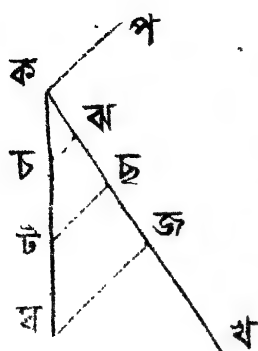
---

লইয়া নিম্ন-লিখিতরূপে একটী ক্রিয়া করিলেই উত্তর হইবে। কাগজের উপর প্রথমতঃ ৩০ অংশ পরিমিত কোণ করিতে হইবে। সেই কোণের দুই দিকে যে দুইটী সরল রেখা হইবে, তাহার উপরকার রেখাটীকে ১০০০ ফুটের পরিবর্ত্তে ১০ ইঞ্চি করিয়া লও। সেই দশ ইঞ্চির প্রান্ত ভাগ হইতে নীচের রেখার উপর একটী লম্ব পাত কর। গজ দিয়া পরিমাণ করিতে গেলেই ঐ লম্ব রেখা ঠিক পাঁচইঞ্চি পরিমিত হইয়াছে দেখিতে পাওয়া যাইবে। এস্থলে ঐ পাঁচ ইঞ্চি ৫০০ ফুটের স্থানীয় হইল, কারণ পূর্ব্বে ১০০০ ফুটকে ১০ ইঞ্চি করিয়া লওয়া হইয়াছে। ইহাতেই বোধ হইতেছে যে উক্ত গুলির উর্দ্ধাভিমুখে বেগ প্রথম সেকণ্ডে ৫০০ ফুট হইয়াছে। এক্ষণে ৫০০ কে ৩২ দ্বারা ভাগ করিলেই হ্রসমান বেগের নিয়মানুসারে ($\frac{৫০০}{৩২}=$) ১৫$\frac{৫}{৮}$ সেকণ্ড হয়। ঐ রাশির বর্গকে ১৬ দ্বারা গুণ করিলে ($১৫\frac{৫}{৮})^২ \times ১৬ =$ ৩৯০৩ ফুট হইবে। অর্থাৎ (যদি বায়ু প্রতিবন্ধক

কর্ষণের স্থানীয় হয়, তবে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে উহাকে ভাগ করিয়া 'বঘ' এবং 'ঘচ' দুইটী বল প্রাপ্ত হওয়া যায়—তন্মধ্যে 'বঘ' বল 'কখ' ধরাতলের 'ঘব' প্রতিঘাতে সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হয়, পরে যে 'ঘচ' বল অবশিষ্ট থাকে তাহার দ্বারাই বর্ত্তুলটা গড়াইয়া যায়। কিন্তু এই স্থলেও মাধ্যাকর্ষণের বল অবিরত প্রযুক্ত হইতে থাকে। এই হেতু বর্ত্তুলের বেগ সম-বর্দ্ধমান-রূপে প্রতীয়মান হয়।

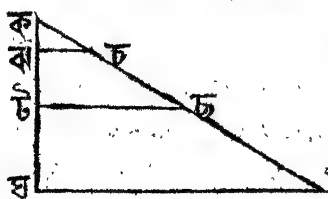
'কখ'এর ন্যায় বক্র-নিম্ন ধরাতলের উপর হইতে কত ক্ষণে কত দূর কোন দ্রব্য পতিত হয়, ইহা নিরূপিত করিতে হইলে এইরূপ করিতে হয়, যথা 'ক' হইতে 'গখ' রেখার উপর চিত্রানুরূপ 'কপ' একটী লম্ব রেখা টান

না হইত, তবে) ঐ গুলি ৩২০৩ ফুট ঊর্দ্ধে উঠিত। আবার যে রেখার উপর লম্বপাত হইয়াছে, সম্পাতস্থান পর্য্যন্ত সেই রেখাকে পরিমাণ করিয়া দেখিলেই উহাকে প্রায় ৮ $\frac{১}{২}$ অর্থাৎ ঠিক ৮.৬৬ ইঞ্চি জানা যাইবে, সুতরাং (যে হেতু ১০০০ ফুটের পরিবর্ত্তে ১০ ইঞ্চি লওয়া হইয়াছে) ঐ রেখাও ৮৬৬ ফুটের স্থানীয় হইল। সম-বেগের নিয়মানুসারে ঐ ৮৬৬কে ১৫ $\frac{৫}{৮}$ অর্থাৎ কাল সংখ্যাদ্বারা গুণ করিলে (৮৬৬×১৫$\frac{৫}{৮}$=) ১৩৫৩১ $\frac{২}{৪}$ ফুট হইবে। কিন্তু কোন দ্রব্যের উঠিতেও যতক্ষণ লাগে আবার পড়িতেও ততক্ষণ লাগে। সুতরাং ঐ গুলি যদি ১১ সেকণ্ড ধরিয়া উঠিয়া থাকে, তবে অবশ্য আবার ততক্ষণ ধরিয়া পড়িবে। অতএব ঐ ১৩৫৩১ $\frac{১}{}$—কে দ্বিগুণিত করিলেই গুলি কত



এবং 'ক' হইতে ওলন দড়ি ফেলিলে যেরূপ হয় মাধ্যাকর্ষণের অভিমুখে সেই রূপ 'কঘ' রেখা টান এবং 'কচ' ১৬, 'কট' ৬৪, 'কঘ' ১৪৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলী এই রূপ করিয়া 'কঘ' রেখাটীকে ভাগ কর। তাহার পর 'চ' 'ট' ও 'ঘ' হইতে 'চঝ' 'টছ' 'ঘজ' প্রভৃতি রেখা 'কপ' য়ের সমান্তরাল করিয়া টানিলেই জানা যাইবে যে, 'কঝ' এক সেকণ্ডে, 'কছ' দুই সেকণ্ডে, এবং 'কজ' তিন সেকণ্ডে পড়িবে।

ক্রম-নিম্ন-ধরাতলের উপর যাইতে২ দ্রব্যের কখন্ কেমন বেগ হয় জানিবার আবশ্যক হইলে উক্তরূপ না করিয়া এই রূপে চিত্র প্রস্তুত করিয়া লইতে হয়।



প্রথমতঃ পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে 'কঘ' প্রাচীরের নিম্নভাগ 'ঘ' হইতে 'ঘপ' স্থান পর্য্যন্ত একটী লম্ব রেখা টানিয়া

দূরে পড়িবে নিশ্চয় হইবে অর্থাৎ ১৩৫৩১$\frac{১}{৪}$×২=২৭০৬২$\frac{১}{২}$ ফুট। গণিত দ্বারা ফল এই রূপে স্থির হয় বটে, কিন্তু বায়ুর প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত কার্য্যে এই রূপ দৃষ্ট হয় না। বিক্ষিপ্ত পদার্থের উচ্চতা এবং দূরত্ব ইহা অপেক্ষা অনেক অল্প হয়।

'কঝ' ১৬, 'কট' ৬৪, এবং 'কঘ' ১৪৪ ফুট, অথবা তাবন্মিত ইঞ্চি কিম্বা অঙ্গুলি করিয়া লও; পরে 'ঝচ' এবং 'টছ' দুইটী রেখা 'ঘপ'য়ের সমান্তরাল করিয়া টান, তাহা হইলেই বুঝা যাইবে যে, 'ঝ' স্থানে দ্রব্যটী বিনাবলম্বনে পড়িলে যেমত বেগে পড়িত 'চ' স্থানে উহার সেই পরিমাণ বেগ, 'ছ' স্থানে 'ট' স্থানের সমান বেগ এবং 'প' স্থানে 'ঘ'এর সমান বেগ হইবে।

[দোলক।]

অতি সূক্ষ্ম একটী সূত্রে কোন ভারী গোল বস্তু বান্ধিয়া ঝুলাইলে দোলক প্রস্তুত হয়। ঐ প্রকার দোলক অনেক ঘটী যন্ত্রেই দৃষ্ট হইয়া থাকে। উহার নীচে যে ভারী বস্তুটী থাকে, তাহার নাম দোলপিণ্ড। যে সূত্র বা তারের দ্বারা ঐ পিণ্ড বদ্ধ থাকে তাহার নাম যোজকসূত্র; ঐ যোজক সূত্র যাহাতে বদ্ধ থাকে তাহার নাম কীলক। দোল পিণ্ডকে এক পার্শ্বে কিঞ্চিৎ টানিয়া ছাড়িয়া দিলেই উহা পুনঃ২ আন্দোলিত হইতে থাকে। অর্থাৎ উহা ধনুরাকার পথে একবার উচ্চ হইতে নীচে নামিয়া আইসে এবং পুনর্ব্বার নীচ হইতে উপরে উঠিয়া যায়। উপর হইতে নীচে নামিবার কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ, সুতরাং সেই গতি পুর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে সম-বর্দ্ধমান বেগে নিষ্পন্ন হয়। কিন্তু যখন উহার ঊর্দ্ধ

গমন হয় তখন্ মাধ্যাকর্ষণ ঐ গতির প্রতিবন্ধকতা করে। অতএব ঐ উচ্চ গতি সম-হ্রসমান বেগে হইয়া থাকে। কিন্তু পূর্ব্বেই বলা গিয়াছে যে, কোন নির্দ্দিষ্ট-পরিমাণ বেগ জন্মিতেও যেমন সময় লাগে, তাহার হ্রাস হইতেও সেইরূপ তৎপরিমিত কালের আবশ্যকতা আছে। উক্ত দোলকের ঊর্দ্ধ গমন এবং অধঃপতন উভয়ই সমকালে হইয়া থাকে। দোলকের একবার অধঃপতন ও ঊর্দ্ধ গমন হইলেই একবার দোলন হইল বলা যায়।

প্রত্যেক দোলকের দোলনে সমান সময় লাগে; তাহার কারণ, প্রথম বার অধঃপতনে মাধ্যাকর্ষণ তাহার প্রতি যত ক্ষণ বল দেয় এবং সেই বল সমুদায় ক্ষয় হইতে২ যদি দোলপিণ্ড অপর দিকে তত ক্ষণ ধারিয়া উঠে, তবে সেই স্থান হইতে নামিবার কালেও মধ্যাকর্ষণ দ্বারা প্রথম বারের সমান বলই অবশ্য প্রদত্ত হইবে। সুতরাং তজ্জন্য দোলক আবার অপর দিকে আপনার প্রথম স্থান পর্য্যন্ত উচ্চ হইয়া উঠিবে। এই প্রকার পুনঃ২ হওয়াতে সকল দোলনেরই কাল সমান হয়। ফলতঃ যদি বায়ু এবং কীলকের ঘর্ষণ প্রতিবন্ধক না হইত, তবে দোলককে একবার দুলাইয়া দিলে তাহা আর কদাপি আপনা হইতে স্থির হইতে পারিত না।

দোলকের এইরূপ সম-সাময়িকত্ব গুণ নিশ্চয় করিয়া পণ্ডিতেরা দোলক দ্বারা ঘটী যন্ত্রে এক প্রকার সম-বেগের

কার্য্য নিষ্পন্ন করিয়াছেন। ঘটী যন্ত্রের ভিতরে একটী দন্তুর চক্র থাকে তাহার নাম স্কেপ্‌মেণ্ট। আর দোলকের কীলকের সন্নিধানে একটী ধাতুময় দ্বিশৃঙ্গ যন্ত্র উন্নতমুখ হইয়া থাকে। উহার শৃঙ্গদ্বয়কে পালেট্ বলে; ঐ পালেট্ দোলক কর্ত্তৃক পরিচালিত হয়। দোলকের একবার পরিচালনে উহার এক২টী শৃঙ্গ এক২ বার করিয়া উক্ত স্কেপ্‌মেণ্ট চক্রের দন্তে বদ্ধ হয়, আবার ছাড়িয়া যায়। এইরূপে উক্ত চক্রে যত গুলি দন্ত থাকে দোলকটী ততবার না দুলিলে চক্রটীর একবার সম্পূর্ণ আবর্ত্তন হয় না। অতএব যদি দোলকটী এমত হয় যে, উহা এক সেকণ্ডে একবার মাত্র দুলে তাহা হইলেই স্কেপ্‌মেণ্টের যত দন্ত, তত সেকণ্ডে ঐ চক্র একবার ঘুরিতেছে নিশ্চয় হইবে। এদিকে এই পর্য্যন্ত স্থির হইলেই আবার ঐ স্কেপ্‌মেণ্টের যোগে অন্যান্য চক্র পরিচালিত করিয়া ঘণ্টা মিনিট সেকণ্ড প্রভৃতির কাঁটা যে রূপে যথা নিয়মে চলিতে পারে এমত উপায় করা যায়।

সকল দোলকই কিছু এক সেকণ্ডে একবার দুলে এমত নহে। দোলকের যোজক-সূত্র যত দীর্ঘ হয় উহার দোলনে তত অধিক কাল লাগে। এই বিষয় অনায়াসেই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যাইতে পারে। দেখ, একটী রজ্জুতে কোন দ্রব্য বন্ধন করিয়া যদি তাহাকে দুলাইয়া দেওয়া যায় এবং সেই সময়ে ঐ রজ্জুকে ক্রমে২ হ্রস্ব করা যায় তাহা হইলেই দেখিতে পাওয়া যাইবে

যে প্রথমে একং বার দুলিতে যত সময় লাগিতে ছিল, পরে আর তত সময় লাগে না; দ্রব্যটী পূর্ব্বাপেক্ষা শীঘ্রতর দুলিতে থাকে।

যদি এমত হইল তবে অবশ্যই বলা যাইতে পারে যে, কোন দোলকের কীলক সন্নিহিত ভাগ যত বেগে চলিতে পারে তাহার সর্ব্ব নিম্নভাগে কখনই তত বেগে যায় না। এই রূপে ঐ বেগ উপর হইতে যত নীচে আইসে ততই স্বল্প হয়, আর নীচ হইতে যত উপরে যায় ততই বর্দ্ধিত হয়। অতএব এমত বলা যাইতে পারে যে, দোদুল্যমান দোলকের নিম্ন দিকের অণুগুলি উপরিস্থ অণু সকলের বেগ হ্রস্ব করিয়া এবং ঐ উপরিস্থ অণু সমস্তের যোগে বর্দ্ধিত-বেগ হওয়াতে সকল বেগের সংঘাত-ফল যে মধ্য-বেগ তাহাতেই দোলনের গতি সম্পাদিত হইতেছে। অতএব আপনা হইতেই সেই মধ্য বেগে চলিতে পারে এমত একটী অণুও অবশ্য ঐ দোলক মধ্যে অবস্থিত আছে। ঐ মধ্য-বেগ-বিশিষ্ট অণুটীর বেগ নিম্নস্থ অণু সকলের বেগ অপেক্ষা অধিক এবং উপরিস্থ অণু সকলের অপেক্ষা অল্প। সেই অণু-টীর প্রকৃত বেগেই দোলন হইয়া থাকে। তাহার যে স্থান তাহাকে দোল-মধ্য বলা যায়। দোল-মধ্য যদি উন্নত হইয়া উঠে তবে দোলকের বেগ বৃদ্ধি হয়, আর যদি নত হইয়া পড়ে তাহা হইলে দোলকের বেগ হ্রাস হয়। অতএব কোন্ দোলককে সমবেগে পরিচালিত

করিতে হইলে, দোল-মধ্যটী যাহাতে সর্ব্বকাল সমভাবে থাকে এমত করিয়া রাখা নিতান্ত আবশ্যক। ঋতু ভেদে তাপের তারতম্য ঘটিয়া থাকে। তাপের আধিক্য হইলে সকল বস্তুই বিস্তৃত হয়। সুতরাং গ্রীষ্মকালে দোলক বিস্তৃত হওয়াতে দোল-মধ্য নামিয়া আইসে তাহাতে দোলকের বেগ ন্যূন হইয়া ঘটী যন্ত্রের বৈলক্ষণ্য জন্মায়। আবার শীতকালে ইহার বিপরীত ঘটে। এই সকল বৈষম্য নিবারণের নিমিত্ত পণ্ডিতেরা যে সকল বিবিধ উপায় অবধারণ করিয়াছেন তাহা এস্থলে বক্তব্য নহে। পরন্তু সকলেরই জানা আছে যে, ঘড়ী 'ফাষ্ট' অর্থাৎ দ্রুত-বেগে চলিলে দোলপিণ্ডকে কিঞ্চিৎ নামাইয়া আর 'স্লো' অর্থাৎ মন্দগতি হইলে ঐ পিণ্ডকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিয়া দিতে হয়।

পণ্ডিতেরা দোলক বিষয়ে যে, এই মাত্র নিরূপিত করিয়াছেন এমত নহে। গণিতের সাহায্যাবলম্বন করিয়া দোলকের দৈর্ঘ্য এবং উহার দোলন কাল ইহাদের পরস্পর সম্বন্ধও নিশ্চয় করিয়াছেন। অর্থাৎ যদি ১ হাত ৪ হাত এবং ৯ হাত পরিমিত তিনটী রজ্জু দ্বারা তিনটী দোলক প্রস্তুত করিয়া সকল গুলিকে একেবারে দুলাইয়া দেওয়া যায় তবে দৃষ্ট হইবে যে প্রথমটী যে সময়ে তিন বার দুলে সেই সময়ে দ্বিতীয়টী দুই বার এবং তৃতীয়টী একবার মাত্র দুলিবে। এক্ষণে দৈর্ঘ্যের সংখ্যা এবং কালের পরিমাণ লইয়া বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে

যে, দোলকের দৈর্ঘ্য, দোলন কালের বর্গানুসারে বৃদ্ধি হয়। অতএব যদি 'দৈ' দৈর্ঘ্যের এবং 'কা' কালের সঙ্কেত হয় তবে উক্ত সম্বন্ধ এই রূপে প্রকাশিত হইতে পারে—যথা, $দৈ_১ : দৈ_২ : দৈ_৩ = কা_১^২ : কা_২^২ : কা_৩^২$: *।

যদি পৃথিবী সর্ব্বতোভাবে গোল অথবা নিশ্চল হইত তাহা হইলে দোলকের বিষয়ে আর অধিক অনুসন্ধানের আবশ্যকতা থাকিত না। পৃথিবীর কোন এক দেশে কত বড় দোলক এক সেকণ্ডে একবার দুলে ইহা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়া সর্ব্বত্র সেই পরিমাণ দোলক নির্ম্মাণ করাইয়া তাহার দোল-মধ্য যাহাতে সমভাবে থাকে এমত উপায় করিতে পারিলেই সর্ব্বস্থানে দোলকের কার্য্য এক রূপেই সম্পাদিত হইতে পারিত। কিন্তু পৃথিবী ঠিক্ গোল নয়। ইহার নিরক্ষদেশ মেরু প্রদেশ অপেক্ষা ২৬ ইংরাজী মাইল স্ফীত হইয়া আছে। সুতরাং তথায় মাধ্যাকর্ষণের বল অপেক্ষা-কৃত অল্প। আবার পৃথিবী উভয় মেরুগত ব্যাসকে অক্ষ স্বরূপ করিয়া নিরন্তর ঘুরিতেছে। সুতরাং ঐ ঘূর্ণন-জনিত কেন্দ্র-বিমুখ-বল মেরুদেশ অপেক্ষা নিরক্ষদেশে সমধিক প্রবল। ইহাও তত্তদ্দেশে মাধ্যাকর্ষণ হ্রস্ব হইবার এক

* যদি $দৈ_১$ $দৈ_২$ ব্যক্ত হয় এবং $দৈ_১$ র দোলনের বার সংখ্যা জানা থাকে তবে নিম্নরূপে অনুপাত করিলেই $দৈ_২$ র বার সংখ্যা জানা যাইবে, $দৈ_১ : দৈ_২ = \left(\frac{১}{বা_১}\right)^২ : \left(\frac{১}{বা_২}\right)^২$।

মহৎ কারণ। এই দুই কারণ বশতঃ মেরুদেশে মাধ্যাকর্ষণ যত নিরক্ষ বৃত্তের উপর তাহার ১৮০ ভাগের এক ভাগ ন্যূন হইয়া আছে। এক্ষণে বিবেচনা কর মাধ্যাকর্ষণই দোলনের এক মাত্র কারণ। অতএব যদি সেই মাধ্যাকর্ষণই পৃথিবীর কোন স্থানে অধিক আর কোন স্থানে অল্প হইল, তবে অবশ্যই এক দোলকের ভিন্ন২ স্থানে ভিন্ন২ কালে দোলন হয় ইহা অবশ্যই প্রতীত হইবে। যদি দোলনের কাল সমান করিয়া রাখিতে হয় তাহা হইলে উহাদিগের দৈর্ঘ্য কদাপি সমান রাখা হইবে না। মেরু সন্নিহিত দেশে যে দোলক এক সেকণ্ডে দুলিবে নিরক্ষদেশে তাহা তদপেক্ষা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র না হইলে এক সেকণ্ডে একবার দুলিবে না। পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চিত হইয়াছে যে, দোলককে লণ্ডন নগরে ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি কলিকাতায় ৩৯.০৫৫০* ইঞ্চি, আর ঠিক্ নিরক্ষ বৃত্তের উপর ৩৯.০২১ ইঞ্চি পরিমিত করিলে উহা প্রতি সেকণ্ডে এক২ বার দুলে। পূর্ব্বেই বলা গিয়াছে যে, আহ্নিক গতি বশতঃ পৃথিবীর নিরক্ষ দেশে কেন্দ্র-বিমুখ-বল অধিক হওয়াতে তথায় মাধ্যাকর্ষণ কিঞ্চিৎ হ্রস্ব হইয়া আছে। অতএব মেরুদেশে যে দোলক এক সেকণ্ডে একবার দুলে তাহাকে নিরক্ষদেশে আনিয়া উক্ত দোলন

---

* এই পরিমাণ কোন প্রামাণিক গ্রন্থ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায় নাই— কিন্তু বোধ হয়, ইহাতে অধিক ভ্রম না থাকিবে। কোন বিজ্ঞ ব্যক্তির সহায়তায় ইহা নিরূপিত হইয়াছে।

সমভাবে রাখিতে হইলে উহাকে কিঞ্চিৎ হ্রস্ব করিয়া ফেলিতে হয়। অতএব ইহাতেই দোলক দ্বারা পৃথিবীর আহ্নিক গতি এক প্রকার সপ্রমাণ হইয়াছে, এমত বলা যাইতে পারে। কিন্তু অনতিকাল গত হইল ফ্রান্স-দেশে-বাসী ফকুল্ট্ নামক জনৈক পদার্থ তত্ত্ববিৎ পণ্ডিত দোলক দ্বারাই পৃথিবীর এই গতির চাক্ষুষ প্রত্যক্ষ করাইয়াছেন। তদ্বিবরণ অবগত হইলে দোলকের আর একটী প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ হয়, এইহেতু তাহা এই স্থলে উল্লিখিত করিয়া প্রকরণ সমাপ্ত করা যাইতেছে।

পৃথিবীর প্রতিরূপ যে সকল কৃত্রিম গোলক প্রস্তুত হইয়াছে তাহার একটী লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহার মেরুর ভিতর দিয়া অনেক গুলি রেখা গমন করিয়াছে। ঐ গুলিকে মধ্য-রেখা বা দ্রাঘিমা রেখা বলা যায়। আর নিরক্ষ-বৃত্তের সমান্তরাল আর কতক গুলি বৃত্তও মেরুদ্বয়কে বেষ্টন করিয়া ঐ গোলকের উপর ক্রমশঃ বিস্তৃত হইয়া থাকে। সেই গুলিকে অক্ষাংশ-বৃত্ত বলা যায়। তন্মধ্যে মেরুর অত্যন্ত সমীপবর্ত্তী কোন একটী অক্ষাংশ-বৃত্ত এবং তদন্তর্গত মধ্য-রেখা ভাগ সমুদায়ের প্রতি দৃষ্টি করিলে এমত বোধ হয় যেন, মেরুই ঐ বৃত্তটীর কেন্দ্র, এবং মধ্য-রেখা গুলি ঐ কেন্দ্র হইতে বাহির হইয়া ব্যাসার্দ্ধ স্বরূপে ঐ বৃত্ত-পরিধিতে সংলগ্ন হইয়া রহিয়াছে। অতএব যদি একটী গোল টেবিল্ লইয়া তাহার ঠিক্ মধ্যস্থান হইতে চতুর্দ্দিকে

উহার পরিধি পর্য্যন্ত সরল রেখা সকল টানা যায় তবে উহা পৃথিবীর ঐ ভাগের অনুরূপ হইল এমত বলা যাইতে পারে। পৃথিবীর কোন ভাগ টেবিলের ন্যায় সমপৃষ্ঠ নহে বলিয়া উক্ত সাদৃশ্যের যে বৈলক্ষণ্য বোধ হয়, তাহা অতি সামান্য, অতএব এস্থলে ধর্ত্তব্য নহে। বিশেষতঃ মেরু প্রদেশ কিছু চাপা আছে, পৃথিবীর অন্যান্য ভাগ যত গোল ঐ স্থান তত গোল নয়। যাহা হউক, এক্ষণে উক্ত টেবিল্‌টীকে কোন ঘরের ভিতর লইয়া উহাতে অঙ্কিত কোন রেখাকে ঐ গৃহের একটী প্রাচীরের সমান্তরাল ভাবে সংস্থাপিত করত সেই রেখার ঠিক্ উপর দিয়া দুলিতে পারে এমত করিয়া একটী দোলক রাখিয়া দাও। অর্থাৎ দুইটী কাষ্ঠিকার একাগ্র পরস্পর সম্বদ্ধ করিয়া সেই কাষ্ঠিকাদ্বয়কে উক্ত রেখার উভয় পার্শ্বে দণ্ডায়মান করত তাহাদিগের সন্ধিস্থান হইতে দোলকটীকে ঐ রেখায় ঠিক্ উপর দিয়া দোলায়মান করিয়া দাও।

অনন্তর দোলক দুলিতে আরম্ভ করিলে উহাকে টানিয়া ক্রমে২ টেবিলের চতুর্দ্দিকে ঘুরাইয়া আন। তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে, দোলক প্রথম রেখা হইতে যত দূর অপসৃত হউক না কেন, উহার দোলনের দিক্ কদাপি পরিবর্ত্তিত হয় না। অর্থাৎ প্রথমে যে রেখার উপর দিয়া ঘরের যে প্রাচীরের সমান্তরাল ভাবে দোলাইয়া দেওয়া হইয়াছিল, দোলক টেবিলের এক পার্শ্ব হইতে

অপর পার্শ্বে সরিয়া গেলেও সেই ভাবেই অবিরত দুলিতে থাকে। সুতরাং ঐ টেবিলের মধ্যস্থান হইতে যে সকল ব্যাসার্দ্ধ টানা আছে, সেই গুলির সহিত দোলনদিকের ক্রমশঃ বৃহত্তর ২ কোণ জন্মিয়া থাকে। ফলতঃ টেবিলের চতুর্থাংশ ঘুরিলে ঐ কোণ ৯০ অংশ পরিমিত হয়।

বাস্তবিক মেরু প্রদেশে গিয়া একটী সুবৃহৎ দোলক সংস্থাপিত করিয়া রাখিলেও ঠিক্ এই প্রকারই দেখিতে পাওয়া যায়—অর্থাৎ ঐ দোলককে একটী মধ্য-রেখার উপর দিয়া দোলায়মান করিলে ৬ ঘণ্টার পর ঐ রেখায় এবং দোলনের দিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ জন্মে। তদপেক্ষা অল্প সময়ে অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রতর কোণ হয়। কিন্তু টেবিলের উপর দোলককে ক্রমে২ চতুর্দ্দিকে ঘুরাইয়া আনা হইয়াছিল বলিয়া উক্তরূপ কোণ জন্মিয়াছিল। এ স্থলে কেহ দোলককে হস্ত দ্বারা ঘুরাইয়া আনে নাই, তথাপি কি হেতু ঐ প্রকার ঘটিল?। অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, এ স্থলে দোলক মেরুর চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়াছে। কিন্তু পৃথিবীতে প্রোথিত দোলক কখন পৃথিবী না ঘুরিলে ঘুরিতে পারে নাই। অতএব নিশ্চিত হইল যে, পৃথিবীই মেরুর চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়া আসিয়াছে। যদি পৃথিবী মুকুরোদর তুল্য সমতল হইত তাহা হইলে মধ্য-রেখা গুলি সমুদায় সরল রেখা হওয়াতে পৃথিবীর সর্ব্ব স্থানেই এই ব্যাপার পরীক্ষা

করিয়া লওয়া যাইতে পারিত, কিন্তু পৃথিবী সমতল নহে। এই জন্য মেরু হইতে যত দূর উত্তর বা দক্ষিণে যাওয়া যায়, ততই উক্ত কোণ ক্রমশঃ সূক্ষ্মতর হইতে থাকে, এবং ঠিক্ নিরক্ষবৃত্তের উপর ঐ কোণ কিছুই হয় না। তথায় দোলককে যে মধ্য-রেখার উপর দোলায়িত করা যায় উহা তাহারই উপর দিয়া সর্ব্ব ক্ষণ দুলিয়া থাকে। কিন্তু নিরক্ষ-বৃত্তের কিঞ্চিৎ উত্তর বা দক্ষিণে পরীক্ষা করিয়া দেখিলে উক্ত ব্যাপার স্পষ্টরূপে প্রতীত হইতে পারে।

যে স্থানে এই পরীক্ষা করিতে হইবে, তথায় একটী সুদীর্ঘ দোলক প্রস্তুত করিয়া ঐ স্থানের মধ্য রেখা নিশ্চয় করত* তাহার উপর দিয়া দোলপিণ্ডকে দোলায়-মান করিতে হইবে, তাহা করিলে কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে যত অংশ পরিমিত কোণ হইবে, তাহা হইতে গণিতের দ্বারা ৬ ঘণ্টায় কত বড় কোণ হইতে পারে তাহা নিশ্চয় করা আবশ্যক। সেই কোণের যে পরিমাণ অক্ষাংশেরও সেই পরিমাণ।

এ স্থলে ইহাও বলা আবশ্যক যে, মাধ্যাকর্ষণের তার-তম্য প্রযুক্ত যেমন পৃথিবীর সর্ব্বস্থলে এক দোলকের

* কোন স্থানের মধ্যরেখা নিশ্চয় করাও অধিক কঠিন নয় বিষুব দিনে অর্থাৎ আশ্বিন বা চৈত্র মাসের ১০ম দিবসে কোন অনাবৃত ভূভাগে একটী কাষ্ঠিকা প্রোথিত কর। বেলা দুই প্রহরের পূর্ব্বে কোন সময়ে ঐ কাষ্ঠিকার ছায়া কত দূর পড়ে

সমান কালে আন্দোলন হয় না, তেমনি উৎক্ষিপ্ত বা নিক্ষিপ্ত পদার্থ সমস্তেরও সর্ব্বদেশে সমান বেগে ভূমিতে পতন হয় না। কোন নির্দ্দিষ্ট কাল মধ্যে মেরু প্রদেশে নিক্ষিপ্ত দ্রব্য যত বেগে আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে, নিরক্ষ দেশে তত বেগে স্পর্শ করে না। দোলকের দৈর্ঘ এবং নিক্ষিপ্ত বস্তুর পতন স্থান এ উভয়ে একটী বিচিত্র সম্বন্ধ আছে; তাহার দ্বারা ঐ দুইয়ের মধ্যে কোন একটীর পরিমাণ জানা থাকিলে অনায়াসেই অপরটী প্রকাশিত করিতে পারা যায়।—যদি প্রথম সেকণ্ডে কোন নিক্ষিপ্ত বস্তু কোন্ দেশে কত ফুট্ পড়ে ইহা জানা যায়, তবে সেই অঙ্ক সংখ্যাকে .৪১১২ দ্বারা ভাগ করিলেই উক্ত দেশের দোলকের দৈর্ঘ্য যত ইঞ্চি হইবে তাহা স্থির হইয়া থাকে। আর যদি তথাকার এক সেকণ্ডে এক-বার-গামী দোলকের দৈর্ঘ্য কত ইঞ্চি ইহা জানা থাকে, তবে সেই ইঞ্চি সংখ্যাকে .৪১১২ দ্বারা গুণ করিলেই ঐ

দেখিয়া সেই ছায়া প্রমাণ ব্যাসার্দ্ধ এবং ঐ শঙ্কুর মূলকে কেন্দ্র করিয়া একটী বৃত্ত টানিয়া রাখ। পরে দুই প্রহরের পর আবার কোন্ সময়ে ঐ শঙ্কুর ছায়া, ঐ বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করে অর্থাৎ পূর্ব্বোক্ত শঙ্কুর ছায়ার ঠিক্ সমান হয় তাহা বিশেষ করিয়া দেখ। অনন্তর পূর্ব্বোক্ত বৃত্তে দুই ছায়া ব্যাসার্দ্ধ হইয়া যে একটী বৃত্তাংশ হইল, সেই বৃত্তাংশের পরিধিকে সমা-ন দুই ভাগে বিভক্ত কর; পরে শঙ্কুর মূলদেশ হইতে ঐ ছেদ স্থানে যে সরল রেখা টানিবে তাহাই মধ্য-রেখার প্রতিরূপ হইবে।

দেশে নিক্ষিপ্ত বস্তু প্রথম সেকণ্ডে কত ফুট্ পড়ে তা-হাও নিশ্চয় অবধারিত হইয়া থাকে। দোলক সম্বন্ধে গণিত সম্পৃক্ত যাহার কথিত হইল কতিপয় প্রশ্নের উপপত্তি দ্বারা তাহা অধিকতর স্পষ্ট করা যাইতেছে।

১ প্রশ্ন। কলিকাতায়, লণ্ডনে এবং নিরক্ষ-বৃত্তে নিক্ষিপ্ত বস্তু প্রথম সেকণ্ডে কোথায় কত ফুট্ পড়ে?

এস্থলে জানিতে হইবে যে, কলিকাতার দোলক ৩৯.০৫৫ ইঞ্চি: সুতরাং ৩৯.০৫৫ X .৪১১২=১৬.০৫৯ ফুট্—অর্থাৎ ১৬ ফুট্ এবং প্রায় $\frac{১}{২}$ ইঞ্চি।

লণ্ডনের দোলক ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি, অতএব ৩৯.১৩৯ X ৪.১১২=১৬.০৯৪ ফুট্—অর্থাৎ ১৬ ফুট্ এবং ১ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক।

নিরক্ষের দোলক ৩৯.০২১ ইঞ্চি; তবে ৩৯.০২১ X ,৪১১২ =১৬.০৪৫ ফুট্—অর্থাৎ ১৬ ফুট্ এবং $\frac{১}{২}$ ইঞ্চি অ-পেক্ষা কিঞ্চিৎ অল্প।

২ প্রশ্ন। নিরক্ষ-বৃত্তে ১ $\frac{১}{২}$ সেকণ্ডে একং বার মাত্র দুলিবে যে দোলক তাহার দৈর্ঘ্য কত হইবে?।

এক্ষণে $দৈ_১ : দৈ_২ :: কা_১^২ : কা_২^২$ এই সূত্র স্মরণ করিয়া অঙ্ক পাতন করিতে হইবে। যথা

$১^২ : (১\frac{১}{২})^২ = ৩৯.০২১ : দৈ:$

$\therefore$ দৈ=৩৯.০২১ X (১.৫)^২=৩৯.০২১ X ২.২৫= ৮৭৮ ইঞ্চি প্রায়, অথবা ৮৭.৭ ÷ ১২=৭.৩ ফুট্।

ষষ্ঠ অধ্যায়।

[ভার কি রূপে জানা যায়?—ভার-মধ্য কি?—ভার-মধ্যস্থান নিরূপণ করিবার উপায় কি?—নিয়তাকার ধরাতলের ভার-মধ্য কেমনং স্থলে হয়?—নিয়তাকার ঘন দ্রব্যের ভার-মধ্য কোথায়ং হয়?—দ্রব্যের স্থায়ী-ভাব, অস্থায়ী-ভাব, এবং ক্লীব-ভাব কেমন?—নানা উদাহরণ।]

কোন্ দ্রব্যের কত ভার ইহা বোধ হওয়া যে, দর্শন শ্রবণ ঘ্রাণ রসনা প্রভৃতি কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা হইতে পারে না ইহা বলা বাহুল্য। উক্ত প্রত্যক্ষ সচরাচর ত্বগিন্দ্রিয়ের কার্য্য বলিয়া উল্লিখিত হইয়া থাকে, কিন্তু ত্বক্ দ্বারা কে উষ্ণ কে শীতল, কে বন্ধুর কে মসৃণ, আর কোন্ দ্রব্য কঠিন বা কোন্ দ্রব্য কোমল ইহাই বুঝিতে পারা যায়। ফলতঃ কোন দ্রব্যের গায়ে হাত বুলাইয়া যাহাং জানিতে পারা যায়, জড় পদার্থের তাদৃশ গুণ সকলই ত্বগিন্দ্রিয় গ্রাহ্য বলিতে হইবে। কিন্তু কোন্ পদার্থ গুরু, কেবা লঘু তাহা কদাপি সেই সেই দ্রব্যের গাত্রে হাত বুলাইয়া বুঝিতে পারা যায় না। সুতরাং ইহাকে পঞ্চবিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত প্রত্যক্ষ বলিতে হইবে*। দ্রব্যের গুরুত্ব

* 'ভাষাপরিচ্ছেদ' নামক সংস্কৃত গ্রন্থে ভারকে অতীন্দ্রিয় বলিয়া উল্লেখ করিয়াছেন; অতএব ভারজ্ঞান যে পঞ্চ-বিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত এ কথা প্রাচীনদিগেরও অনুমত বটে।

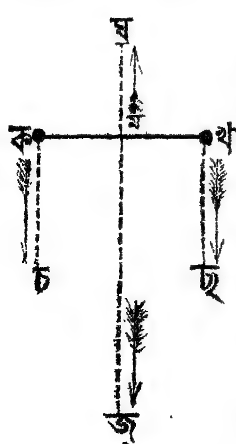
অনুভব করিতে হইলে তাহাকে হস্তদ্বারা বা অন্য কোন রূপে তুলিয়া বুঝিতে হয়। কিন্তু কোন দ্রব্যকে তুলিতে হইলেই আমাদিগের শরীরস্থ মাংসপেশীতে টান্ পড়ে। যে দ্রব্য তুলিতে যত টান্ পড়ে তাহাকে তত ভারী বোধ হয়।

আমাদিগের শরীরান্তর্গত যত প্রকার সূত্রবৎ পদার্থ আছে, সকলেরই সাধারণ নাম শিরা। সুতরাং শিরা অনেক প্রকার। তন্মধ্যে মাংসপেশীও এক প্রকার শিরা। এই হেতু মাংসপেশী দ্বারা যে জ্ঞান হয় তাহাকে শৈরজ্ঞান বলা যাইতে পারে। অতএব ভার শৈর-প্রত্যক্ষ দ্বারা অনুভূত হয়। অন্য কোন ইন্দ্রিয় ঐ জ্ঞানের উদ্বোধক হইতে পারে না।

এক্ষণে, কোন দ্রব্যকে তুলিতে হইলে যে, মাংসপেশীতে কি জন্য টান্ পড়ে তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে।—পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল। সেই প্রবল আকর্ষণের প্রভাবে সকল জড় পদার্থই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখ-গামী হইতে চাহে। সুতরাং যদি আমরা উহাদিগের ঐ গতি নিবারণ করিতে বাঞ্ছা করি, তবে পৃথিবী যে বলে উঁহাকে আকর্ষণ করিতেছে, সেই পরিমাণে প্রতিকূল বল বিনিয়োগ করা আবশ্যক হয়। সুতাং তাহা প্রয়োগ করিতে গেলেই মাংসপেশীতে টান্ পড়ে। যেমন্ কোন রজ্জুর দুই দিক্ ধরিয়া দুই জনে টানিতে থাকিলে সেই রজ্জুতে টান্ পড়ে, এই স্থলেও অবিকল

সেই রূপ আমাদিগের মাংসপেশীতে টান্ পড়িয়া থাকে, শরীরের মাংসপেশী সকল রজ্জু স্বরূপ। কোন দ্রব্য তুলিতে গেলেই উহাদিগকে পৃথিবী এক দিকে টানে এবং আমরা তদ্বিপরীত দিকে টানিতে থাকি।

পৃথিবী যে বস্তুকে আকর্ষণ করে, সেই বস্তুর প্রতি পরমাণুকেই পৃথক্‌রূপে আকর্ষণ করিয়া থাকে। কিন্তু আমরা যখন্ ঐ বস্তুকে তুলিয়া রাখি, তখন্ উহার প্রতি কেবল একটী মাত্র বল প্রয়োগ করিয়া থাকি। অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, পৃথিবীর সকল আকর্ষণ গুলি মিলিয়া একটী আকর্ষণের ন্যায় কার্য্য করে। নচেৎ একটী মাত্র প্রতিকূল বল কদাপি ঐ সকল আকর্ষণের সমান হইতে পারিত না।



পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রে দৃষ্টি করিয়া দেখ যেন, 'ক' ও 'খ' দুইটী পরমাণু মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে 'কচ' এবং 'খছ' অভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে। কিন্তু কোন কারণ বশতঃ 'ক' এবং 'খ' ইহারা পরস্পর এমত রূপে সম্বদ্ধ হইয়া আছে যে, কেহ কাহাকে ছাড়িয়া যাইতে পারে না। যদি ঐ 'ক' এবং 'খ,' 'ম' স্থান হইতে ঊর্দ্ধ ভাগে আকৃষ্ট হয়, এবং তদ্দ্বারা উহাদিগের নিম্ন গতির প্রতিরোধ হয়, তবে

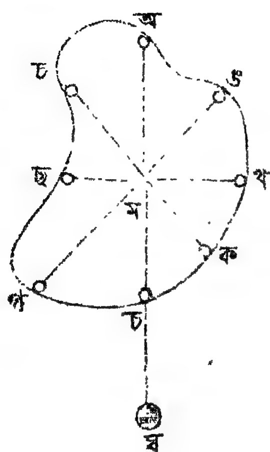
অবশ্য বলা যাইতে পারে যে, এক 'ম' স্থানের 'মঘ' নামক বল 'কচ' এবং 'খছ' এই দুইটী বলের সমান। উপরিস্থ চিত্রে প্রত্যক্ষ দেখা যাইতেছে যে, ঐ 'মঘ' বল 'মজ' বলেরও সমান। সুতরাং 'কচ' এবং 'খছ' দুইটী বল এক 'মজ' বলের সমান হইল।

উক্তরূপ কারণ বশতঃই কোন সম-স্থূল-লৌহ শলাকার ঠিক্ মধ্য স্থানে ধরিলে, উহা স্থির হইয়া থাকে, কোন দিক্ নামিয়া পড়ে না। তাহার কারণ এই যে, ঐ শলাকার মধ্য-স্থানের দুই দিকে যত গুলি পরমাণু আছে তাহারা সকলেই স্ব২ নিম্নাভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে। সুতরাং পূর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে বলা যাইতে পারে যে, ঐ সকল গুলির আকর্ষণ মিলিয়া মধ্য স্থান হইতে একটী আকর্ষণের ন্যায় কার্য্য হইতেছে, অতএব সেই আকর্ষণের প্রতিকূল একটী বল প্রদান করিলেই সমস্থূল লৌহ শলাকা স্থির হইয়া থাকিবে।

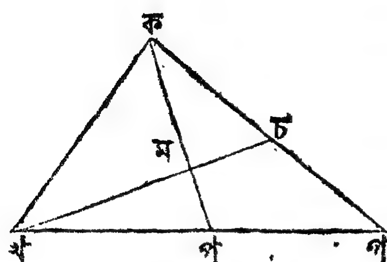
দ্রব্যের গঠন যেমন হউক না কেন, সকলেরই এই প্রকার একটা স্থান আছে যে, পৃথিবী ঐ দ্রব্যের প্রত্যেক পরমাণুকে যে বলে আকর্ষণ করে, সেই সকল আকর্ষণ যেন ঐ এক স্থানেই কার্য্যকারী হয়। অতএব ঐ স্থান ধরিয়া রাখিলে দ্রব্যটা স্থির হইয়া থাকে, আর ঐ স্থান ধৃত না হইলে উহা কোন প্রকারেই স্থির হইতে পারে না। দ্রব্যের উক্তরূপ স্থানের নাম ভার-মধ্য।

এক্ষণে এমত সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, যদি

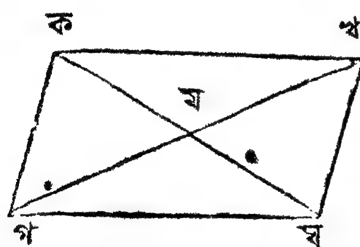
ভার-মধ্য স্থানেই পৃথিবীর সকল আকর্ষণ কার্য্যকারী হয়, তবে দ্রব্য মাত্রের ভার-মধ্য অবশ্য সর্ব্বদাই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখ হইয়া থাকিবে, আর কোন প্রতিবন্ধক না থাকিলে সর্ব্বাগ্রে সেই দিকেই যাইবে। এই রূপ বিবেচনা করিয়া অনায়াসে সকল দ্রব্যের ভার-মধ্য স্থান নিরূপিত হইতে পারে। দ্রব্য যেরূপ হউক না কেন, তাহার এক স্থান ধরিয়া উহাকে ঝুলাইলেই বুঝা যাইবে যে, উহার ভার-মধ্য স্থান হাতের নীচে, পৃথিবীর মধ্যাভিমুখ হইয়া থাকে; অতএব যদি ঐ সঙ্গে একটী ওলন দড়িও ঝুলাইয়া ধরা যায়, তবে সেই ওলন দড়ির অনুক্রমে ঐ দ্রব্যের ভার-মধ্যও ঝুলিয়াছে ইহা নিশ্চিত হয়। পরে পূর্ব্বোক্ত রেখা ভিন্ন ঐ দ্রব্যের আর কোন স্থান ধরিয়া আবার ওলন দড়ির সহিত ঝুলাইয়া দেখিলে ঐ দড়ি দুই বারই যে স্থান দিয়া যায়, তাহাই উক্ত দ্রব্যের ভার-মধ্য নিশ্চিত হইয়া থাকে। পর পৃষ্ঠার চিত্রে 'কঙচপ' নামক কোন একটী দ্রব্য। উহাতে 'অ' 'ঙ' 'খ' প্রভৃতি স্থানে এক২টী ছিদ্র করিয়া তাহাতে



দড়ি বাঁধিয়া একবার 'অ' হইতে আর একবার 'ঙ' হইতে ঐ দাড় ধরিয়া ঝুলাইয়া দেওয়া গিয়াছে, এবং সেই সঙ্গে যে 'অঘ' নামক ওলন দড়ি পড়িয়াছিল তাহার অনুসারে 'অমচ' এবং 'ঙমপ' দুই রেখা পাত করা গিয়াছে। 'ম' স্থানে ঐ দুই রেখার সম্পাত হইয়াছে। এই রূপে যত স্থান ধরিয়া যত প্রকারে ঝুলান যাইবে প্রতিবারেই ওলন দড়ি 'ম' নামক চিহ্নের ভিতর দিয়া যাইবে। অতএব 'ম'ই ঐ দ্রব্যের ভার-মধ্য। 'ম'এর নীচে একটী সূচী দিয়া ধরিলে ঐ দ্রব্য সূচীর উপরেও স্থির হইয়া থাকিবে কোন দিকে পড়িয়া যাইবে না। সকল প্রকার দ্রব্যেরই ভার-মধ্য এই রূপে জানা যাইতে পারে। কিন্তু যাহাদিগের গঠন ত্রিকোণ চতুষ্কোণ প্রভৃতি কোন নির্দ্দিষ্ট আকারে থাকে, সেই সকল নিয়তাকার দ্রব্যের ভার-মধ্য স্থান অন্য প্রকারেও জানা যায়। তাহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে।



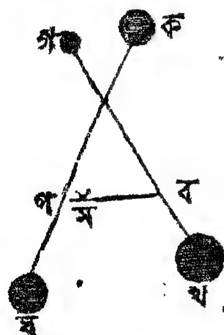
'কখগ' একটী ত্রিভুজ ধরাতল, উহার 'খগ' এবং 'কগ' দুই ভুজকে 'প' এবং 'চ' স্থানে সমাদ্বিভাগ করিয়া 'কপ' এবং 'খচ' দুই রেখা পাত কর। যে স্থলে ঐ দুই রেখার সম্পাত হইবে, সেই স্থান ঐ ত্রিভুজের ভার-মধ্য; যথা 'ম'। মাপিয়া দেখিলে 'মপ' স্থানটী সমুদায় 'কপ'এর তিন ভাগের এক ভাগ (অর্থাৎ 'মপ'= $\frac{১}{৩}$ 'কপ') হইবে।



'কখগঘ' একটী সমান্তরাল-চতুর্ভুজ ক্ষেত্র। উহার 'কঘ' এবং 'গখ' নামক দুই কর্ণরেখা টান। যে স্থানে ঐ দুই কর্ণের সম্পাত হইবে তাহাই তাহার ভার-মধ্য স্থান, যথা 'ম'। এই স্থলে মাপিয়া দেখিলে জানা যাইবে যে, 'কম' সমুদায় 'কঘ'এর অর্দ্ধেক (অথবা 'কম'= $\frac{১}{২}$ 'কঘ' এবং 'গম'= $\frac{১}{২}$ 'গখ')

যদি কোন অতি সূক্ষ্ম একটী শলাকার দুই দিকে দুইটী ভার বদ্ধ থাকে এবং তাহার একটী যদি /২

সের এবং অপরটী /৪ সের আর ঐ শলাকাটী ৪ হাত লম্বা হয়, তবে ঐ শলাকার ভার-মধ্য কোথায়? ইহা জানিতে হইলে শলাকাটী যত দীর্ঘ হইবে তাহাকে একটী ভার-পরিমাণ দ্বারা গুণ করিবে, এবং ঐ গুণ-ফলকে উভয় ভারের সমষ্টি দ্বারা হরণ করিবে, তাহা করিলেই প্রথমে যে দিকের ভার দ্বারা গুণ করা যায় নাই সেই দিক্ হইতে ভার-মধ্য কত দূরে হইবে তাহা জানা যাইবে। এই স্থলে $\frac{২ \times ৪}{২+৪} = \frac{৮}{৬} = ১\frac{১}{৩} = $ ১ হাত ৮ অঙ্গুলি। /৪ সের ভার যে দিকে বদ্ধ আছে তাহা হইতে এত দূরে ভার-মধ্য-স্থান।



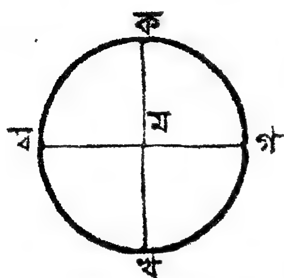
যদি চারিটী গোলা পার্শ্ববর্ত্তী চিত্রের ন্যায় একত্র বদ্ধ থাকে এবং তাহাদিগের ভার-মধ্য-স্থান নিরূপিত করিতে হয়, তবে প্রথমতঃ পূর্ব্ব নিয়মানুসারে 'কঘ'এর ভার-মধ্য নির্দ্ধারিত করিতে হয়। তাহা যেন 'প' স্থানে হইল। তাহার পর আ-বার ঐ নিয়মানুসারে 'গখ'এর ভার-মধ্য বাহির করিতে হয়। তাহা যেন 'ব' স্থানে হইল। অনন্তর বিবেচনা করিতে হইবে যে, যেন 'প' স্থানে 'ক' এবং 'ঘ' উভয়ের ভার মিলিত হইয়া আছে, এবং ঐ রূপ 'ব' স্থানে 'গ' এবং 'খ' দুই ভার একত্র

হইয়া আছে। এক্ষণে 'পব' রেখা মাপিয়া আবার পূর্ব্ব সূত্রের অনুসারে ঐ 'পব'এর ভার-মধ্য বাহির করিতে হইবে। তাহা করিলেই সমুদায় চারিটী গোলার ভার-মধ্য পাওয়া যাইবে, যথা 'ম'*। ঐ 'ম' স্থানে দড়ি বান্ধিয়া ঝুলাইলে চারিটী গোলাই সমান হইয়া ঝুলিবে।

---

* যদি উপরিস্থ চিত্রে 'ক' /২ সের 'ঘ' /৪ সের এবং 'কখ' ('ক'য়ের কেন্দ্র হইতে 'খ'য়ের কেন্দ্র পর্য্যন্ত রেখা) ৬ হাত হয়; আর 'গ' /১ সের 'খ' /৫ সের এবং 'গখ' ('গ'এর কেন্দ্র হইতে 'খ'য়ের কেন্দ্র পর্য্যন্ত রেখা) ১২ হাত হয়, তবে উপরি উক্ত সূত্রানুসারে উহার এই রূপে উপপত্তি হইবে, যথা 'খপ' $= \dfrac{\text{ঘক}\times\text{ক}}{\text{ঘ}+\text{ক}} = \dfrac{৬\times২}{৪+২} = ২$ হাত, 'খব' $= \dfrac{\text{খগ}\times\text{গ}}{\text{খ}+\text{গ}} = \dfrac{১২\times১}{৫+১} = \dfrac{১২}{৬} = ২$ হাত এইরূপে 'প' এবং 'ব' দুইটী স্থান নিরূপিত হইলে 'পব' রেখাটী কত মাপিয়া নিশ্চিত করিতে হইবে, যদি উহাও ২ হাত হয়, তবে 'পম' $= \dfrac{\text{পব}\times(\text{গ}+\text{খ})}{(\text{গ}+\text{খ})+(\text{ক}+\text{ঘ})} = \dfrac{২\times(৫+১)}{(৫+১)+(৪+২)} = \dfrac{২\times৬}{৬+৬} = \dfrac{১২}{১২} = ১$। অর্থাৎ এই রূপ হইলে ভার-মধ্য স্থান 'প' হইতে ঠিক্ ১ হাত অন্তরে হইবে। এ স্থলে ইহাও বিবেচনা করা যাইতে পারে যে, 'কখ' এবং 'গখ' ইহাদিগের প্রত্যেকের ভার-মধ্য 'প' এবং 'ব' বিন্দুতেই থাকিবে, কিন্তু যদি উহাদিগকে পরস্পর নিকট বা দূরন্তর করিয়া বদ্ধ করা যায়, তবে 'পব' রেখা উভয় সময়েই সমান না থাকাতে 'ম' স্থান স্থির থাকিতে পারিবে না। ফলতঃ বন্ধন-কোণের নিয়মানুসারে 'পব'য়ের পরিমাণ নিরূপিত করিয়া লওয়া যায়। অঙ্কের সহায্য লইলেই তাহা অনায়াসে সিদ্ধ হয়।

দ্রব্যের আকারানুসারে তাহার ভার-মধ্য কখন সেই২ দ্রব্যের কোন ভাগে না হইয়া তাহার বাহিরেও পড়ে। অঙ্গুরীয়ের গাত্রে তাহার ভার-মধ্য স্থান হয় না; উহার কেন্দ্রই ভার-মধ্য স্থান।



'কখগঘ' নামক অঙ্গুরীয়ের 'ক' ও 'খ' স্থান একটা সূত্র দ্বারা এবং 'গ' ও 'ঘ' স্থান অপর একটী সূত্র দ্বারা বন্ধন কর; ঐ দুইটী সূত্রের সম্পাত স্থান 'ম' বিন্দুতেই উহার ভার-মধ্য হইবে। সেই 'ম'কে অঙ্গুলির উপর ধারণ করিলে অঙ্গুরীয় স্থির থাকে।

একটী লৌহের তার যখন সরল থাকে, তখন উহাকে মাপিয়া যে স্থান ঠিক্ মধ্যবর্ত্তী হয় তাহাতে ভার-মধ্য থাকে, কিন্তু ঐ তারকে বাঁকাইয়া যদি অঙ্গুরীয়, অর্দ্ধাঙ্গুরীয় বা ধনুর আকার করা যায়, তবে ভার-মধ্য তারের বাহির হইয়া পড়ে।

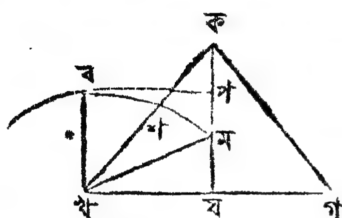
ফাঁপা দ্রব্য মাত্রেই প্রায় এই রূপ ঘটিয়া থাকে। বাক্সের ভার-মধ্য উহার ভিতরের শূন্য স্থানেই হইয়া থাকে। ফাঁপা কন্দুকেরও ঐ রূপ হয়। নিয়তাকার ঘন দ্রব্যের ভিতর এমত একটী সরল রেখা অনুভব করা যাইতে পারে যে, রেখায় প্রত্যেক বিন্দুরই চতুষ্পার্শ্বে

পরমাণু সকল সমভাবে বিনিবেশিত হইয়া থাকে। সুতরাং তাদৃশ ঘন পদার্থের ভার-মধ্য অবশ্যই সেই রেখার কোন এক স্থানে থাকে। সেই স্থান কোথায় তাহাও কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝিলেই নির্দ্দিষ্ট হইতে পারে।

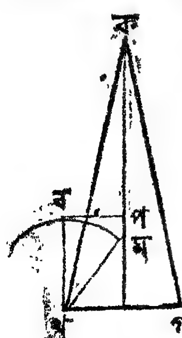
গোলাকার দ্রব্যের ভার-মধ্য কেন্দ্রে; বৃত্ত সূচীর ভার-মধ্য তাহার উচ্চতাকে চারি ভাগ করিয়া তল হইতে প্রথম ভাগের উপরেই হয়, ত্রিকোণ সূচীরও ঐরূপ। স্তম্ভের অভ্যন্তরে ঠিক্ মধ্যস্থল দিয়া উপরি পর্য্যন্ত যে রেখা টানা যায় সেই রেখার মধ্য স্থলেই উহার ভার-মধ্য; ঘন-চতুষ্কোণের দুই বিপরীত দিকের দুই মুখের উপর দুই২ কর্ণপাত করিয়া তাহাদিগের যে২ সম্পাত স্থান হয় তাহা একটী সূক্ষ্ম শলাকা দ্বারা সংযুক্ত করিয়া দেও; সেই শলাকার ঠিক্ মধ্য স্থানে উহার ভার-মধ্য হইবে। এই রূপে শলাকা বিদ্ধ করিয়া নিয়তাকার সকল পদার্থেরই ভার-মধ্য নিরূপিত হইতে পারে।

কোন দ্রব্যের ভার-মধ্য কেমন স্থানে আছে ইহা জানিতে পারিলেই ঐ দ্রব্য ঐ স্থানে দৃঢ়তররূপে অবস্থিত আছে কি না, তাহাও নিশ্চয় করিতে পারা যায়। ভার-মধ্যের প্রকৃতি এই যে, উহা নিম্নে আসিতে চাহে। সুতরাং উহার সহিত নিম্ন ভাগের যত দূর সংযোগ হইয়া থাকিবার সম্ভাবনা যদি কোন দ্রব্যে তাহাই থাকে. তবে, দ্রব্যের ঐ অবস্থাকে স্থায়ী-ভাব বলা যায়। কিন্তু যদি তাহা না থাকে, তবে উহার অস্থায়ী-ভাব বলা গিয়া

থাকে। ইহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে।

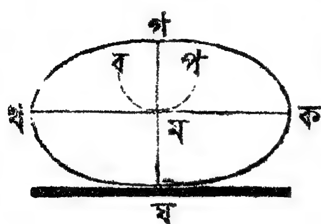


'কখগ' একটী ত্রিকোণ-সূচী দ্রব্য। উহার ভার-মধ্য স্থান 'ম'। ঐ 'ম' যত নীচে থাকিতে পারে তাহাই আছে। যদি ঐ ত্রিকোণ-সূচীকে অন্য কোন প্রকারে অবস্থিত করিতে হয়, তবে এমত করিয়া ঠেলা দেওয়া আবশ্যক, যাহাতে 'ম' স্থানটী 'মশব' রেখা ক্রমে যায়। কিন্তু তাহা করিতে গেলে 'ম'কে উর্দ্ধ করিয়া তুলিতে হয়। পরন্তু নিম্নাভিমুখে গমন করাই 'ম'এর স্বাভাবিক ধর্ম্ম। সুতরাং এই ত্রিকোণ-সূচী যে রূপে অবস্থিত আছে তাহার অন্যথা-ভাব হওয়া উহার প্রকৃতি সিদ্ধ নহে। অতএব ইহাই ঐ দ্রব্যের স্থায়ী-ভাব। বস্তুতঃ এই রূপ ত্রিকোণ-সূচীকে উল্টাইয়া ফেলিতে অধিক বলের আবশ্যকতা রাখে।

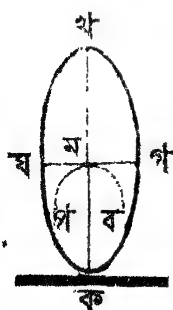


এই ত্রিকোণ-সূচীরও স্থায়ী-ভাব আছে বটে, কিন্তু পূর্ব্বোক্ত দ্রব্যাপেক্ষা অল্পতর। কারণ ইহাকেও উল্টাইয়া ফেলিতে হইলে 'ম' স্থানকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিতে হয়। কিন্তু পূর্ব্ব প্রতিকৃতিতে উহাকে যত উন্নত করিতে হয়, এই স্থলে তত হয় না। যেহেতু প্রত্যক্ষ দেখা যাইতেছে যে,

পূর্ব্ব প্রতিকৃতিতে 'খগ' রেখা যত বড় এই স্থলে উহা তত দীর্ঘ নহে।



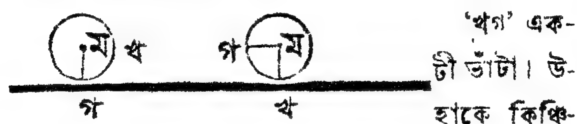
এই একটী ডিম্বাকার দ্রব্য, 'ম' উহার ভার-মধ্য। 'ক' স্থানে চাপ দিয়া যদি 'ম'কে 'প' পর্য্যন্ত উত্থিত করা যায়, তবে ঐ চাপ ছাড়িয়া দিলে 'ম' স্বভাবতঃই নিম্নে যাইয়া দ্রব্যটাকে পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত করায়। অতএব এই দ্রব্যের ভার-মধ্য 'প' পর্য্যন্ত উঠিলে কোন প্রকারেই স্থির হইয়া থাকিতে পারে না আর তাহাতে দ্রব্যটীর অবস্থান্তরও ঘটে না, এই জন্য ইহাকেই উহার স্থায়ী-ভাব বলা যায়। কিন্তু যদি ডিম্বাকার দ্রব্যকে



পার্শ্বস্থ চিত্রবৎ উহার দীর্ঘ ব্যাসের উপর স্থাপিত করা যায়, তবে 'ম' স্থান হইতে কিঞ্চিন্মাত্র সরিলেই ভার মধ্য 'প' বা 'ব'এর দিকে নীচ হইয়া আইসে। সুতরাং 'ম' স্বয়ং কদাপি উত্থিত হইতে না পারাতে দ্রব্যটী স্থির না থাকিয়া অবশ্যই পড়িয়া যায়, অর্থাৎ পূর্ব্বে উহার যে প্রতিকৃতি প্রদর্শিত হইয়াছে সেই রূপে

অবস্থিত হইয়া থাকে। অতএব ইহা ঐ দ্রব্যের অস্থায়ী-ভাব।

কতক গুলি দ্রব্য এমত আছে যে, তাহাদিগের স্থয়িত্বাস্থায়িত্বের কিছুই বিশেষ হয় না। যেরূপে রাখ সেই রূপেই সমান থাকে। অল্প বল প্রযোগ করিলেই পূর্ব্বাবস্থাচ্যুত হয়, কিন্তু এমত কোন নূতন অবস্থাও প্রাপ্ত হয় না যে, তাহা পরিত্যাগ করিতে পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক বলের প্রয়োজন করে। গোল বস্তুর অবস্থা ইহারই সম্পূর্ণ দৃষ্টান্ত স্থল।



'খগ' একটী ভাঁটা। উহাকে কিঞ্চিন্মাত্র ঠেলয়া দিলেই উহা গড়াইয়া যায়। কিন্তু আবার যে খানে যাইয়া উপস্থিত হয়, সে খানেও ঠিক পুর্ব্বভাবে থাকে। ইহার নাম ক্লীব-ভাব। দ্রব্য সমস্তের স্থায়ী এবং অস্থায়ী ভাবের উদাহরণ অনেক আছে, তন্মধ্যে কতিপয়ের এ স্থলে উল্লেখ করা যাইতেছে।

যখন কোন ব্যক্তি এক পায়ে দাঁড়াইয়া থাকে, তখন তাহার শরীরের আধার ভূমি কেবল এক পাদ পরিমিত স্থান হয়। স্নুতরাং আধার অল্প হইলে অতি অল্পেই দ্রব্যের অস্থায়ী-ভাব জন্মে। দুই পা সম্মত করিয়া দাঁড়াইলে আধার-ভূমি অপেক্ষাকৃত অধিক হয়, সুতরাং

পূর্ব্বাপেক্ষা উহার স্থায়ী-ভাব হয় বটে, কিন্তু উহাও স্থিরতম নহে। কিন্তু মল্লেরা যখন তাল ঠোকাঠুকি করে, তখন দুই পা প্রসারিত করিয়া দাঁড়ায়। তাহাতে শরীরের আধার-ভাগ বিস্তৃত হওয়াতে অন্য বলবান্ ব্যক্তি বেগে আসিয়া আঘাত করিলেও শীঘ্র পতন হয় না।

যখন আমরা গমন করি, তখন সম্মুখের দিকে কিঞ্চিৎ ঝুকিয়া যাই। তাহা করাতে আমাদিগের শরীরের ভার-মধ্য স্থান সম্মুখের দিকে সরিয়া আইসে, সুতরাং অল্প বলেই ঐ দিকে চলিয়া যাওয়া যায়। বাস্তবিক প্রতি পাদ বিক্ষেপে আমরা এক২ বার পতনোন্মুখ হই। যত বেগে চলা যায় ততই সম্মুখের দিকে অধিক ঝুঁকিয়া যাইতে হয়।

যখন পৃষ্ঠে কোন ভার বন্ধন করা থাকে, তখন মনুষ্যেরা সম্মুখের দিকে ঝুঁকিয়া চলে। স্ত্রীলোকেরা যখন জলপূর্ণ কলসী লইয়া যায়, তখন যে কক্ষে কলসী থাকে তাহার বিপরীত দিকে ঝুঁকিয়া চলে।

যখন নিম্ন ভূমি হইতে উচ্চ স্থানে আরোহণ করা যায় তখন সম্মুখের দিকে ঝুঁকিতে হয়, যখন উচ্চ স্থান হইতে নিম্নে আসিতে হয়, তখন পশ্চাদ্দিকে কিঞ্চিৎ হেলিয়া থাকা আবশ্যক।

এই বিষয়োপলক্ষে একটী কৌতুকাবহ পরীক্ষা আছে, যখন আমরা অগ্রবর্ত্তী হই, তখন আমাদিগের শরীরের ভার-মধ্য-স্থানকে অগ্রবর্ত্তী করিতে হয়, কিন্তু

যখন আমরা শরীরকে নত করি, তখন ঐ ভার-মধ্য স্থানকে কিঞ্চিৎ পশ্চাৎভাগে অপসৃত করা আবশ্যক। সুতরাং শরীরকে অবনত করিতে হইলে পশ্চাৎদিকে কিঞ্চিৎ স্থান না থাকিলে কোন প্রকারেই পারা যায় না। অতএব যদি কোন ব্যক্তিকে প্রাচীরের গায়ে পিঠের ঠেস দিয়া দুই পা সংযত করিয়া এবং দুই পায়েরও দুই গোড়ালিকে ঐ প্রাচীর এবং মেজ্যায় সমান করিয়া ঠেকাইয়া দাঁড়াইতে বলা যায়, আর তাহার সম্মুখে টাকা রাখিয়া বলা যায় তুমি পা না সরাইয়া যদি ঐ টাকা কুড়াইয়া লইতে পার, তাহা হইলে টাকা তোমার হইবে, এমত বলিলে টাকা যাইবার কোন সম্ভাবনাই নাই! কারণ ঐ ব্যক্তি যদি পা এবং পিঠ নিয়মিতরূপে রাখিয়া থাকে, তবে কোন ক্রমেই টাকা লইবার নিমিত্ত শরীর অবনত করিতে পারিবে না।

চতুষ্পাদ জন্তুদিগের চারিটী পদকে কোন চতুর্ভুজ ক্ষেত্রের কোণ-স্থানরূপে বিবেচনা করিয়া উহার মধ্যে যদি দুইটী কর্ণ-রেখা টানা যায়, অর্থাৎ সম্মুখের দক্ষিণ পদে এবং পশ্চাতের বাম পদে ও সম্মুখের বাম পদে এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদে সংযোগ করিয়া দুইটী রেখা টানা যায়, তবে ঐ দুই কর্ণের সম্পাত-স্থলের প্রায় ঠিক ঊর্দ্ধভাগেই উহার শরীরের ভার-মধ্য নিরূপিত হইয়া থাকে। অতএব যখন ঐ জন্তু চলে তখন একবার সম্মুখের দক্ষিণ পদ এবং পশ্চাতের বাম পদ উত্তোলন

করিয়া উক্ত দুই কর্ণ-রেখার একটীর উপরে ভার-মধ্য সরাইয়া আনে, আবার যখন সম্মুখের বাম পদ এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদ লইয়া আইসে তখন উক্ত দ্বিতীয় কর্ণ-রেখার উপর শরীরের ভার-মধ্য স্থানকে অগ্রবর্ত্তী করিয়া যায়। এইরূপে ভার-মধ্য স্থানকে অগ্রবর্ত্তী করিয়া দিয়া ঐ জন্তুর গমন ক্রিয়া সহজেই সম্পন্ন হয়।

যখন বেদেরা বাঁশবাজি করে, অথবা দড়ীর উপর দিয়া চলিয়া যায় তখন উহারা আপনাদিগের শরীরের ভার-মধ্যকে ঠিক দড়ির উপরে রাখিবার অভিপ্রায়ে একটী দীর্ঘ যষ্টি হাতে ধরিয়া থাকে। ঐ যষ্টির দুই পার্শ্বে দুইটী ভারী দ্রব্য বাঁধা থাকিলে রজ্জুর উপর দিয়া চলা আরও সহজ হয়। কারণ ভারী দ্রব্য দুই পার্শ্বে থাকাতে তাহাদিগের ভার-মধ্য-স্থান দড়ির উপরেই পড়ে। ঐ যষ্টি হাতে না করিয়া বেদেরা কদাপি বাজি করিতে পারে না।

কোনং গ্রন্থকার কহেন যে, পূর্ব্ব কালের গ্রীক এবং রোমান জাতীয় বাজিকরেরা হস্তির উপর আরোহণ করিয়া সেই হাতিকে দুই দিকে দুই কীলকে বদ্ধ শূন্যো-পরিস্থিত কাছির উপর দিয়া চালাইত। হস্তী স্বয়ং অতিশয় ভারী জন্তু; উহার ভার-মধ্য-স্থান এক বার দড়ির উপর হইতে কোন দিকে সরিলে তাহার বিপরীত দিকে সামান্য ভারী কোন দ্রব্যকে বাড়াইয়া দিলেই ভার-মধ্য সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হইতে পারে না। অতএব যাহারা

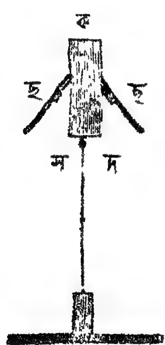
ঐ রূপ বাজী করিত তাহাদিগের এবং তাহাদের হস্তী সমস্তের অলৌকিক সুশিক্ষা হইয়াছিল বলিতে হইবে। কিন্তু যাহাহউক যাঁহারা ঐ অদ্ভুত ব্যাপার দর্শন করিতেন তাঁহারাও যে উহাকে 'ভোজ বিদ্যা' অথবা 'মন্ত্র-বল' বোধ করিতেন না ইহাই আশ্চর্য্য!

এক প্রকার খেলানা আছে, তাহাতে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে লক্ষিত হয়। উহার নির্ম্মাণকারীরা টিনের পাত করিয়া একটী ক্ষুদ্র পুত্তলিকা প্রস্তুত করে, সেই পুত্তলিকার দুই হস্তের উপর দিয়া এক খানি সরু টিনের পাত থাকে, ঐ পুত্তলিকার পায়ের দিক অত্যন্ত সূক্ষ্ম, তথাপি পুত্তলিকাকে যেমন করিয়া ফেলা যায় উহা সেই সূক্ষ্ম পায়ের দিকেই খাড়া হইয়া দাঁড়ায়।



তাহার কারণ এই যে 'ক' 'খ' দুইটী কন্দুক দুই পার্শ্বে থাকাতে ঐসমুদায় ক্রীড়নকের ভার মধ্য হইতে পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখে যে রেখা যায় তাহা 'প' নামক সূক্ষ্ম স্থানের ভিতর দিয়াই গমন করে। সুতরাং উক্ত দ্রব্য ঐ স্থানের উপর বই আর কোন প্রকারে স্থায়ী-ভাব প্রাপ্ত হইতে পারে না। বাজিকরদিগের বাঁশও ঠিক এই রূপ কার্য্য করে। পূর্ব্বোক্ত রূপে ক্রীড়নক প্রস্তুত করিলে তাহাকে একটী সূচীর অগ্র ভাগে রাখিয়া সচ্ছন্দে ঘূর্ণিত করিতে পারা

যায়, তাহাতে উহার পতন হয় না। এই রূপ ক্রীড়নকের বিষয় প্রকারান্তরেও দেখাইতে পারা যায়।—এক খণ্ড লম্বা সোলা বা কাক্ লইয়া উহার দুই দিকে দুই খানি ছুরিকা তির্য্যকভাবে বিদ্ধ কর, আর ঐ কাকের নীচে ঠিক্ মধ্য স্থলে একটা সিকি বা দুয়ানির অর্দ্ধেক বিঁধিয়া দেও। সেই দুয়ানির গাত্রে এমত একটী স্থান আছে, যথায় সূচীর মুখ দিয়া ধরিলেও সেই সূচীর মুখে উপরিস্থ সমুদায় দ্রব্যটা স্থির হইয়া থাকিবে। যদি ফুৎকার দিয়া, অথবা সাবধানপূর্ব্বক হাত দিয়া উহাকে ঘুরাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলেও ঐ সূচীর মুখের উপরেই ঘুরিতে থাকিবে, পড়িয়া যাইবে না। আর একটী



সূচীকে ঠিক লম্বভাবে বিদ্ধ করিয়া তাহার মুখের উপর প্রথম সূচীকে রাখিয়াও ঐ রূপে ঘূর্ণিত করা যায়। আর এক প্রকার ক্রীড়নক আছে, তাহাও এই ভার-মধ্যের প্রকৃতি বিবেচনা করিয়া নির্ম্মিত হইয়া থাকে। সরু পাঁকাটী খাকড়া পালক অথবা তাদৃশ অন্য কোন পদার্থের ভিতরের এক দিকে বিধিৎ সীসক বা অন্য কোন ভারী দ্রব্য বদ্ধ করিয়া রাখিতে হয়, তাহা করিলেই উহার ভার মধ্য-স্থান এক প্রান্তে আইসে সুতরাং যদি তাদৃশ পাঁকাটী বা খাকড়াকে শুয়াইয়া

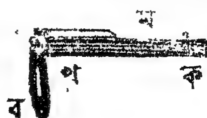
রাখা যায় তাহা হইলে সে কদাপি তেমন ভাবে থাকে না, বোধ হয় যেন আপনা হইতেই উঠিয়া বইসে। ফলতঃ 'ভার-মধ্য-স্থান সর্ব্বদা নিম্ন গামী হয়' এই জন্যই তাদৃশ



ব্যাপার ঘটে। একটা কাঠের গোলার এক দিকে ছিদ্র করিয়া তাহার ভিতর সীসক পূরিয়া দিলে সেই দিক অত্যন্ত ভারী হয় এবং ভার-মধ্য-স্থানও সেই দিকের নিকট হইয়া আইসে। অতএব তাদৃশ কন্দুকের ঐ ভারী দিকটী ঠিক্ ঊর্দ্ধমুখ করিয়া যদি কোন প্রবণ ভূভাগের উপর রাখে দেওয়া যায়, তবে ঐ গোলা গড়াইয়া ঐ স্থানের উপরের দিকে উঠে। বস্তুতঃ উহার ভার-মধ্য-স্থান নামিয়া আইসে, তাহাতেই গোলার ঊর্দ্ধ দিকে তাদৃশ গতি হয়।

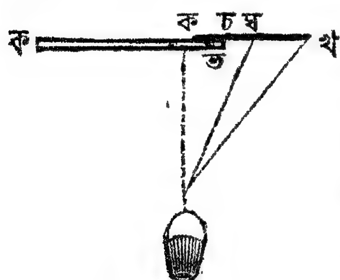
ভার-মধ্য-স্থানটী ধৃত হইলেই দ্রব্যের পতন হয় না ইহা আর এক প্রকারে প্রদর্শিত হইতে পারে। অনেকেই দেখিয়াছেন যে, এক খানি ছুরির মুখ অর্দ্ধেক মুড়িয়া যদি তক্তাপোশের বা ডেক্সের ধারে ধারাল মুখটাকে রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে রাখিয়া দিবামাত্র বোধ হয় যেন ঐ ছুরির বাঁটের দিক আপনা হইতেই কিঞ্চিৎ ভিতর দিকে আইসে, তাহার কারণ





ছুরির ভার-মধ্য-স্থান যত নিম্নে যাইতে পারে তাহা যত ক্ষণ না যায়, তত ক্ষণ উহা স্থায়ী-ভাব প্রাপ্ত হয় না।

যদি ছুরির ফলে এবং বাঁটে সমকোণ হয় এমন করিয়া মোড়া যায়, তবে সমুদায় ফল সহ তক্তার উপর ঠেকিয়া না থাকিলে ছুরি পড়িয়া যায়। যদি স্থূল-কোণ করিয়া মোড়া যায় তবে ছুরি কোন প্রকারেই ঐ রূপে ঝুলিয়া



থাকে না. উহাকে কাষ্ঠে বিঁধিয়া রাখিলে তবে থাকে। কিন্তু যদি ফলে এবং বাঁটে সূক্ষ্ম কোণ কর, তবে যত সূক্ষ্ম-কোণ করিবে ততই ফলের অল্পভাগ তক্তার উপর ঠেকিয়া থাকিলেই ছুরি কোন প্রকারে পড়িবে না। এই পরীক্ষাটী করিয়া দেখিলেই আর একটী বিষয়ের পরীক্ষা করিতে পারা যায়। দুই খানি বাখারি লইয়া উর্দ্ধবর্ত্তী চিত্রানুরূপ পরস্পর যুড়িয়া বান্ধ, অর্থাৎ 'কখ' এক খানি বাখারি এবং 'খ' হইতে যে রেখা নীচের দিকে আসিয়াছে তাহাই যেন দ্বিতীয় খানি, আর 'ঘ' হইতে যে রেখা নীচে আসিয়াছে, তাহা যেন এক গাছি সূত্র; এইরূপ বান্ধিয়া দ্বিতীয় বাখারি এবং সূত্রের সংযোগ স্থলে সিকা বান্ধিয়া কোন ভারী দ্রব্য ঝুলাইয়া দেও, এই রূপ করিয়া যদি 'কখ' বাখারির 'কচ' ভাগ মাত্র

শঙ্কু নামক তক্তার উপর ঠেকাইয়া দেওয়া যায় তথাপি সেই অগ্রভাগ মাত্র অবলম্বনেও উক্ত ভারী দ্রব্য সমেত সমুদায় বাখারিটী চিত্রের অনুরূপ হইয়া ঝুলিতে থাকিবে। তাহার কারণ এই যে, উহাদিগের ভার-মধ্য-স্থান হইতে যে লম্ব রেখা উর্দ্ধে এবং নিম্নে পাতিত হয় তাহা 'কচ' স্থানকে ভেদ করিয়া যায়, কদাচিৎ তাহার বাহিরে পড়েনা। সুতরাং ইহাই উহাদিগের স্থায়ী-ভাব।

অনেকেরই জানা আছে যে, জাহাজের বোঝাই খালি হইয়া গেলে জাহাজ কাইত হইয়া পড়ে, এই জন্য কখন খালি জাহাজ চালায় না। অন্য ভারী বোঝাই না থাকিলে জাহাজের নীচে বালি পাথর প্রভৃতি ভারী দ্রব্য দিয়া নীচ ভাগ অধিক ভারী করিয়া লয়। তাহা করিলেই ঐ জাহাজের ভার-মধ্য-স্থান নীচে আইসে। সুতরাং উহার স্থায়ী-ভাব জন্মে। এই জন্যই নৌকায় তুফান লাগিলে সেই সময় নৌকার উপর দাঁড়াইয়া ... অতি অবিবেচনার কর্ম্ম। দাঁড়াইয়া উঠিলে নৌকার ভার মধ্য-স্থান উন্নত হইয়া উঠে, সুতরাং নৌকা উল্টাইয়া পড়িবার বিলক্ষণ সম্ভাবনা হয়। এই রূপ গাড়ির ছাদের উপরে অধিক বোঝাই তোলা অকর্ত্তব্য, তাহা তুলিলে উক্ত কারণ বশতঃই মধ্যে২ বোঝাই গাড়ি উল্টাইয়া পড়ে।

এই বিষয়োপলক্ষে আর একটি বক্তব্য এই যে, কোন দ্রব্য যদি বেগে ঘুরিতে থাকে এবং তাহার ভার-

ছু স্থান এক বার তলার বাহিরে এবং পরক্ষণেই তলার অপর বা অপর দিকে আবার বাহিরেও যায়, তথাপি পদার্থ মাত্রের নিশ্চেষ্টতা গুণ থাকাতে ঐ দ্রব্য যত বেগে ঘুরে তত ক্ষণ পড়িয়া যায় না। লাঠিম উহার লের উপর যেমন ঠিক্ খাড়া হইয়া ঘুরে, না ঘুরিলে খনই ঠিক্ তেমন খাড়া হইয়া থাকে না। ইহাতেই াধ হয় লাঠিমের ভার মধ্য ঠিক্ আলের মুখের ভিতর য়া পড়ে না। কিন্তু তাহা না পড়িলেও উহা অত্যন্ত গে ঘুরিতে পারিলে উহার ভার-মধ্যও আলের তুর্দ্দিক ঘুরে, সুতরাং কোন এক স্থানে স্থির হইতে না াওয়ায় নিশ্চেষ্টতা গুণে লাঠিমটী স্থির রহিয়া যায়। অর্থাৎ একই এক দিকে পড়িবে হইতে হইতেই ভারমধ্যকে অন্য দিকে যাইতে হয়—সে দিকেও পড়িবেই করিতেং া আর এক দিকে যাইয়া উপস্থিত হয়। সুতরাং ক্ষণ অধিক বেগ থাকে, তত ক্ষণ লাঠিমের পতন না।

(প্রথম খণ্ড সমাপ্ত।)